http://www.jyu.fi/library/tutkielmat/ 396/

Tapio Yrjölä

LASTEN PÄIVÄHOIDON TUOTTAVUUSVERTAILU SUURISSA KAUPUNGEISSA DEA -MENETELMÄLLÄ

Tilastotieteen
pro gradu -tutkielma
6.6.1997

Jyväskylän yliopisto
Tilastotieteen laitos
Informaatioteknologian maisteriohjelmat
Tilastotoimen menetelmät

Tilastotoimen menetelmien maisteriohjelman pro gradu -tutkielma sarja

1. Salmikuukka, J. (1997)	Aikasarjojen perusrakennemalleista ja niiden soveltaminen Jyväskylän kaukolämmön kulutuksen analysointiin ja ennustamiseen. (76 s., 1 liite)	Jyväskylän Energia Oy, Jyväskylä
2. Yrjölä, T. (1997)	Lasten päivähoidon tuottavuusvertailu suurissa kaupungeissa DEA-menetelmällä. (72 s., 2 liitettä)	Jyväskylän kaupungin terveystoimi, Jyväskylä
3. Ainiala, N. (1997)	Helsingin osa-alueiden työvoimatilastojen estimointi pienaluetekniikalla valtakunnallisesta työvoimatutkimuksesta. (73 s., 3 liitettä)	Helsingin kaupungin tietokeskus, Helsinki
4. Puhakka, E. (1997)	Kiintiöpoiminnan tilastolliset ominaisuudet pk-yritysbarometritutkimuksessa. Sovelluksena 2/1996 aineisto (82 s., 2 liitettä) (salainen)	Tietoykkönen, Jyväskylä
5. Salonen, R. (1997)	Muutoksen ja tason estimointi ratatoivassa paneeliaineistossa eri estimaattoreiden avulla. Sovellus työvoimatutkimuksen aineistoon. (39 s, 4 liitettä)	Tilastokeskus, Helsinki
6. Kunttu, S. (1997)	Alueellisen teollisuustuotannon volyymi-indeksin estimointi Etelä-Pohjanmaalle. (103 s.)	Tilastokeskus, Seinäjoki

Tilastotoimen menetelmien maisteriohjelma
(http://www.stat.jyu.fi/) (Päivitetty 16.5.1997)

Tilastotoimen menetelmien maisteriohjelman tavoite on kouluttaa opiskelija tilastotiedon keruun, jatkojalostuksen ja käytön asiantuntijaksi nykyaikaisessa tilastojärjestelmäympäristössä, jossa datat ovat survey-, koeasetelma- tai rekisteriperusteisia. Koulutus järjestetään yhteistyönä Jyväskylän yliopiston tilastotieteen laitoksen kanssa. Tilastotieteelliseltä kannalta kyse on survey-menetelmiin, biostatistiikkaan ja ekonometriaan erikoistuneiden tilastoasiantuntijoiden koulutuksesta. Ohjelman kesto päätoimisella opiskelijalla on kaksi lukuvuotta.

Tilastotoimen ytimenä ovat tilastotieteen, erityisesti tilastotoimen teorian ja tietojenkäsittelyn kurssit. Ohjelmaan voidaan sisällyttää myös koulutustavoitteita tukevia opintojaksoja lähitieteistä (esim. talous-, yhteiskunta- ja viestintätieteet) sekä yritystoimintaan perehdyttäviä kursseja. Tarjottava opetus koostuu osittain tilastotieteen laitoksen opetusohjelmasta, erityisesti suunnitelluista tilastotoimen teorian kursseista ja ostopalveluina hankituista muista erikoiskursseista. Opettajista pääosa on kotimaasta. Vierailijoina on myös ulkomaalaisia asiantuntijoita, joten opetus on osin englanninkielistä.

Ohjelman tärkeä osa on yliopiston ulkopuolisessa yhteistyötoimipaikassa suoritettu pro gradu -tutkielma ja siihen liittyvä harjoittelu. Yhteistyötoimipaikat ovat virallisesta tilastotoimesta, suuryrityksistä tai tutkimuslaitoksista. Ne osallistuvat osaltaan harjoittelun kustannuksiin. Perusajatus on, että pro gradu -tutkielma tai osa siitä toisi tutkimustulostensa osalta lisäarvoa yhteistyötoimipaikalle. Tätä tukenee se, että harjoittelu jaetaan kahteen osaan, joista ensimmäinen eli orientoiva osa on ensimmäisen opintovuoden lopussa. Sen jälkeen opiskelija palaa yliopisto-opiskeluihin yhden lukukauden ajaksi syventääkseen tietojaan siinä tilastotieteen osa-alueessa, joka on tarpeen aiotussa pro gradu -tutkielmassa. Maisteriohjelman viimeinen lukukausi muodostaa yhtenäisen tutkimusjakson, jonka aikana tehdään pro gradu -tutkielma.

Master's Programme in Statistical Systems
(http://www.stat.jyu.fi/) (Updated 16.5.1997)

The main traget of the Program is to educate high qualified professionals in the collection analysis, managing and dissemination of large data sets. The Program has been built mainly on the regular curriculum of the Department of Statistics in the University of Jyväskylä. In point of view of statistical sciences, the Program in Statistical Systems concentrate in the knowledge of survey methodology, biometry and econometry. Full-time students can graduate in two Academic years. The core courses cover the advanced theory in mathematical statistics, of statical systems expecially the survey methodology and some courses in information technology. Still the program is flexible that a moderate amount of different kinds of studies in the neighboring sciences can be included as studies in economics, social sciences and communication. Most of the instructors come from Finland but visiting professors from outboard are eventual using English.

An important part of the Program crows from the cooperational research work created between the Department of Statistics and the research units located outside the University of Jyväskylä. Those units are research and development departments in the bodies of official statistics, big business firms and research institutes. They share the costs of practices. Basic idea is that the MS.c. Thesis wil be written from the topics given by the cooperational research units and so the results could be of some contributed value to them. As an appropriate mode of policy may be here thus that the time of practice skills for the Thesis. This is proceeded in 6 final months of the Program, in collaboration with the same cooperating research unit.

Lasten päivähoidon tuottavuusvertailu suurissa kaupungeissa DEA -menetelmällä

Yrjölä, Tapio (6.6.1997): Tilastotieteen pro gradu -tutkielma. " Lasten päivähoidon tuottavuusvertailu suurissa kaupungeissa DEA -menetelmällä". Jyväskylän yliopisto. (72 s + 12 liitesivua).

TIIVISTELMÄ: Tutkimuksen tavoitteena oli tuottavuusvertailun tekeminen lasten päivähoidossa suurten kaupunkien välillä vuoden 1995 aineiston perusteella. Vertailu tehtiin käyttämällä data envelopment analyysiä (DEA). Tavoitteena oli myöskin esitellä DEA -menetelmän perusrakenne ja tarkastella sen soveltuvuutta julkisen sektorin tuottavuuden arviointiin.

DEA -menetelmä on lineaarisen ohjelmointiin perustuva analyysimenetelmä. Sitä käytetään organisaatioiden suhteellisen tehokkuuden mittaamiseen, kun useat panos- ja tuotosmuuttujat tekevät vertailun monimutkaiseksi. Menetelmää on käytetty esimerkiksi sairaaloiden, lukioiden ja pankkien tehokkuuden vertaamiseen.

Tutkimuksessa oli mukana kaikki vähintään yli 20 000 asukkaan kaupungit. Tiedot perustuivat STAKES:n ylläpitämään SOTKA -tietokantaan. Tuottavuutta mitattiin kolmen eri mallin avulla. Panosmuuttujina käytettiin päivähoidon käyttömenoja ja henkilöstömääriä. Tuotosmuuttujina olivat lasten koko- ja osapäivähoidon hoitopäivät sekä lasten lukumäärä leikkikenttätoiminnassa. Tuotosmuuttujina käytettiin myös lasten lukumäärää päiväkodeissa ja perhepäivähoidossa.

Lasten päivähoidon keskimääräinen tuottavuus eri kaupungeissa oli 86 - 91 prosenttia, kun käytettiin eri malleja. Päivähoidon suhteellinen tuottavuus vaihteli 67 prosentista 100 prosenttiin. Kaupunkien keskinäinen järjestys vaihteli eri mallien välillä huomattavasti, joten yksittäistä kaupunkia ei pidä näiden tulosten pohjalta leimata kumpaankaan suuntaan.

AVAINSANAT: lasten päivähoito, tuottavuus, data envelopment analyysi

ABSTRACT: In this study the productive efficiency of children's day-care is assessed by Data Envelopment Analysis (DEA). The study consists of Finnish cities more than 20 000 inhabitants in 1995. The aim of this study is also to introduce the technique of data envelopment analysis.

Data envelopment analysis is a linear programing based technique for measuring the relative performance of organisational units where the presence of multiple inputs and outputs makes comparison difficult. DEA is an approach comparing the efficiency of organisational units such as hospitals, secondary schools, banks and similar instances where there is a relatively homogeneous set of units.

In the study three model variants were used. Total running costs and employees of children's day-care measure inputs. Eight types of variables measure output of children's day-care. The variables consist of part-time care and full-day care in day-care centres and family day care.

Average efficiencies were 86 - 91 per cent in children's day-care, ranging from 67 to 100 per cent. The results show that rankings of cities between models differed markedly from the each other. Any single city should be labelled in any way due to the findings of this study under no circumstances.

KEY WORDS: children's day-care, productive efficiency, data envelopment analysis

Sisällysluettelo

1. Johdanto **1**

2. Tuottavuus sosiaali- ja terveyspalveluissa **3**

2.1 Tuottavuuden arviointi sosiaali- ja terveystoimessa DEA -menetelmällä 6

2.1.1 Aiempia tutkimuksia 7

3. Tehokkuuslukujen määrittäminen DEA -menetelmällä **9**

3.1 DEA -menetelmän peruspiirteet ja -käsitteet 10

3.1.1 Vakioskaalatuottojen malli 11

3.1.2 Muuttuvien skaalatuottojen malli 13

3.2 Vakioisten ja muuttuvien skaalatuottomallien vertailua 15

3.3 Vertailtavien yksiköiden valinta 17

3.4 Panos- ja tuotosmuuttujien valinta 19

4. DEA-menetelmän matemaattinen ratkaisu **22**

4.1 Yleinen optimointitehtävä ja peruskäsitteitä 22

4.2 Tehokkuusluvun laskeminen 23

4.3 Painojen rajoittaminen 29

5. Päivähoidon sisällön kuvaus **33**

5.1 Päivähoidon yleiset tavoitteet 34

5.2 Päivähoitomuodot Suomessa 34

6. Aineiston esittely **36**

6.1 Tutkimuksessa käytetty tietokanta 36

6.1.1 SOTKA tietokannan sisältö 37

6.1.2 SOTKA tietokannan käyttö 38

6.2 Tuottavuusvertailuun mukaan tulevat kunnat 39

6.3 Tutkimuksen muuttujat 43

6.3.1 Tuotosmuuttujat 43

6.3.2 Panosmuuttujat 46

7. Tuottavuusanalyysin tulokset **48**

7.1 Käyttömenot panosmuuttujana 48

7.2 Työvoima panosmuuttujana 58
7.3 Yhteenveto käytetyistä muuttujayhdistelmistä 63
8. Yhteenveto 66
Lähdeluettelo 71
Liitteet

1. Johdanto

Taloudellinen lama ja valtiontalouden velkaantuminen ovat aiheuttaneet julkisten menojen leikkaamisen 90-luvulla. Sen seurauksena sosiaali- ja terveyspalveluja on kyettävä tuottamaan yhä vähemmillä voimavaroilla. Sosiaali- ja terveydenhuoltoa ovatkin viime vuosina hallinneet lama, suurtyöttömyys, yhä kasvavat palvelutarpeet ja niukentuneet voimavarat.

Tämän Tutkimuksen tarkoituksena on arvioida DEA -menetelmän soveltuvuutta tuottavuuden mittaamiseen. Empiirisessä osassa menetelmää sovelletaan lasten päivähoidon tuottavuuden arviointiin eräissä suurissa ja keskisuurissa kaupungeissa. Julkisten organisaatioiden tuottavuutta ei voida arvioida samalla tavoin, kuin taloudellista tulosta tekevien yritysten. Tuottavuuden arvioinnilla pyritään kuvaamaan, kuinka tehokkaasti panokset kyetään muuttamaan halutuiksi tuotoksiksi. Sosiaali- ja terveyspalvelujen ongelmana on kuitenkin tuotoksen määrittäminen ja mittaaminen. Tavoitellun tuotoksen, asiakkaiden terveydentilan tai hyvinvoinnin paranemisen, sijasta joudutaan sosiaali- ja terveyspalvelujen tuotosta mittaamaan sen aikaansaamien suoritteiden avulla. Sosiaali- ja terveyspalvelujen yksiköiden tuottavuusvertailuja vaikeuttaa toiminnan monimuotoisuus. Yksiköt tuottavat itse palveluita, joita ne sitten myyvät toisille kunnille ja kuntayhteisöille. Ja samaan aikaan itse ostavat muilta yksiköiltä eri palveluja.

Data envelopment analysis -menetelmä on matemaattisesti lineaarisen ohjelmoinnin sovellus, jota on yleisesti käytetty saman toimialan julkisten tai muiden voittoa tavoittelemattomien organisaatioiden tehokkuuden arviointiin. Suomessa sitä on

sovellettu mm. sairaaloiden, yliopistojen, koulujen, työvoimatoimistojen ja postilaitoksen tuottavuusvertailussa. DEA-menetelmää varten tarvitaan tietoja tutkittavien yksiköiden tuotoksista ja panoksista. Niiden ei tarvitse olla yhteismitallisia, joten muuttujina voidaan käyttää sellaisia panoksia ja tuotoksia, joita ei voida mitata rahassa, kuten hoitopäivinä, lääkärissäkäynteinä, hammashoitokäynteinä tms. Ainoa ehto muuttujille on numeerinen mitattavuus.

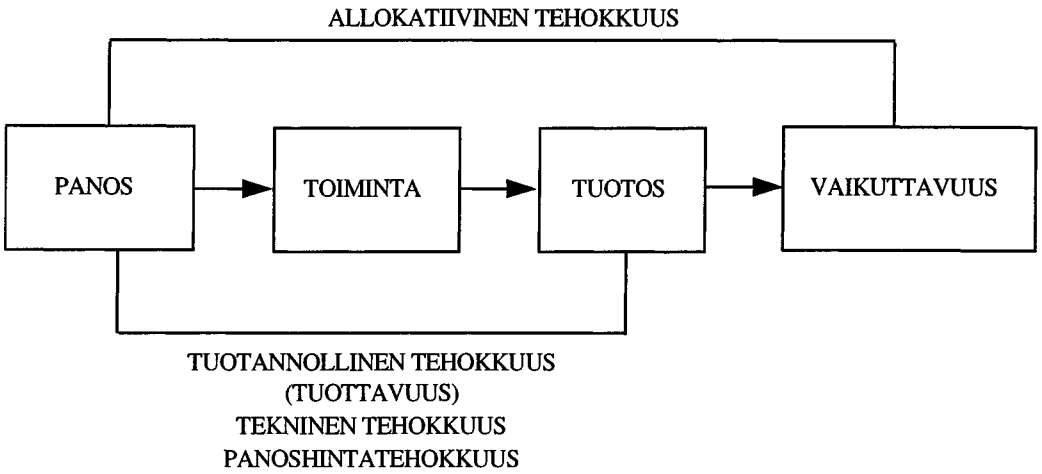
Tutkimuksen aineistona käytetään Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskuksen STAKESin ylläpitämää SOTKA tilastotietokantaa. Tietokanta on rekisterityyppinen ja se sisältää noin 3000 muuttujaa Suomen kunnista. Tietojen keräämisestä huolehtivat STAKESin lisäksi Tilastokeskus, Kela ja Suomen Kuntaliitto.

2. Tuottavuus sosiaali- ja terveyspalveluissa

Julkisen sektorin tuottavuutta arvioitaessa käytetään tehokkuuden (efficiency), tuottavuuden (productivity) ja vaikuttavuuden (effectiveness) käsitteitä usein vaihtoehtoisesti. Niiden käyttö on melko vakiintumatonta. Käsitteillä on kuitenkin käytännöllinen ero, joka vaikuttaa niiden arviointiin.

Tuottavuudella tarkoitetaan kapasiteettia muuttaa käytetyt panokset tuotoksiksi, kun tarkastellaan sitä suhteessa palvelutuotantoprosessiin. Vaikuttavuuden ja tehokkuuden käsitettä käytetään silloin, kun tuotantoprosessia arvioidaan sen päämäärien toteutumisen kannalta. Tällaisia yhteiskunnallisia vaikuttavuustekijöitä voivat olla esimerkiksi ihmisten hyvinvoinnin lisääntyminen, sairastavuuden pienentyminen tai keskimääräisen eliniän kasvaminen.

Tuottavuus voidaan myös määritellä yhdeksi tehokkuuden muodoksi. Silloin tehokkuus jaetaan allokatiiviseen tehokkuuteen ja tuotannolliseen tehokkuuteen (Kuvio 2.1). Tuotannollisesta tehokkuudesta käytetään myös tuottavuuden nimitystä. Tuottavuus voidaan jakaa edelleen tekniseen ja panoshintatehokkuuteen.



Kuvio 2.1. Allokatiivinen ja tuotannollinen tehokkuus
(Linna & Häkkinen, 1995)

Tehokkuuskäsitteitä

Allokatiivinen tehokkuus tarkoittaa sellaisten hyödykkeiden tuottamista, että yhteiskunnan hyvinvointi maksimoituu. Toisin sanoen niin, että panokset on kohdennettu oikein mahdollisimman suuren hyvinvoinnin aikaan saamiseksi.

Tekninen tehokkuus tarkoittaa sitä, että annetulla panosmäärällä tuotetaan suurin mahdollinen tuotos. Kun tuotetaan useita eri tuotoksia tämä tarkoittaa sitä, että minkään tuotoksen määrää ei voida kasvattaa vähentämättä joidenkin muiden tuotosten määrää. Vaihtoehtoisesti voidaan kiinnittää tuotokset, jolloin teknisen tehokkuuden vallitessa minkään panoksen käyttöä ei voida pienentää lisäämättä joidenkin muiden panosten käyttöä. Tekninen tehokkuus on suoraan yhteydessä tuottavuuteen, joten sillä tärkeä merkitys DEA -menetelmää käytettäessä.

Panoshintatehokkuus tarkoittaa käytettyjen tuotantopanosten valintaa kokonaiskus-

tannuksia minimoivalla tavalla. Siinä otetaan teknisen tehokkuuden lisäksi huomioon panosten hinnat.

Skaalatehokkuus tarkoittaa sitä, miten tuotannon määrä muuttuu panosmääriä kasvatettaessa. Jos panosmääriä kasvatetaan n-kertaisiksi ja tuotokset lisääntyvät myös n-kertaisiksi sanotaan tuotannossa vallitsevan vakioiset skaalatuotot (*constant returns to scale*). Jos taas tuotokset kasvavat vähemmän (enemmän), tuotannossa sanotaan vallitsevan vähenevät (kasvavat) skaalatuotot. Skaalatuottojen aste saattaa vaihdella tuotannon tasosta riippuen. Jos toimipaikalla on tietty optimikoko, niin ennen sitä on voimassa kasvavat skaalatuotot ja sen jälkeen vähenevät skaalatuotot. Kun skaalatuottojen vaihtelu sallitaan, puhutaan muuttuvista skaalatuotoista (*variable returns to scale*).

Sosiaali- ja terveystoimen tehokkuusvertailut joudutaan rajaamaan tuotannollisen tehokkuuden eli tuottavuuden määrittämiseen. Allokatiivisen tehokkuuden mittaamiseen ei vielä ole pystytty kehittämään riittävän luotettavia mittareita, vaikka terveystaloustieteessä on panostettu mittareiden kehittämiseen. (Linna ym. 1995)

Tarkasteltaessa tuottavuutta tuotos/panos -suhteiden avulla, on DEA -menetelmän todettu soveltuvan siihen hyvin. Muita käytettyjä mittausmenetelmiä suhdelukuanalyysit. Suhdelukuanalyysissä vaikeutena on sen soveltumattomuus useisiin panos/tuotos -suhteisiin. Siinä ei voida tarkastella useita suhteita saman aikaisesti. Ongelmia aiheuttaa myös kokonaiskustannusten jakaminen eri palveluiden kesken. Suhdelukuanalyysien avulla ei voida tarkasti osoittaa mitkä vertailtavat yksiköt ovat muita tehokkaampia. (Harkki, 1994)

2.1 Tuottavuuden arviointi sosiaali- ja terveystoimessa DEA -menetelmällä

DEA -menetelmän soveltamista sosiaali- ja terveyspalvelujen tuottavuuden vertailuun vaikeuttaa toiminnan monimuotoisuus. Yksiköt tuottavat itse palveluita, joita ne sitten myyvät toisille kunnille ja kuntayhteisöille. Ja samaan aikaan itse ostavat muilta yksiköiltä eri palveluja. Tämä vaikeuttaa varsinkin muuttujien määritystä ja valintaa.

Tuottavuuden arviointia vaikeuttaa myös se, että koko sosiaali- ja terveystoimi on rakentunut toiminnaltaan poikkeavista toimintaprosesseista, joita ovat esimerkiksi terveydenhuolto, vanhustenhoito, hammashoito ja lasten päivähoito. Tämä prosessit saattavat olla eri tavalla rakentuneita vertailtavissa yksiköissä, joita tavallisesti ovat kunnat. Joissain kunnissa saattaa olla jopa toimintaprosesseja, joita ei ole toisessa kunnassa. Jos DEA -menetelmää sovellettaisiin koko sosiaali- ja terveystoimen tuottavuuden mittaamiseen ja kuntien tuottavuuksien vertailuun, jouduttaisiin ottamaan kaikista toimintaprosesseista mukaan muuttujia. Tällöin muuttujien määrä nousisi suureksi, jotta saataisiin kattavasti kaikki prosessit mukaan vertailuun. Varsinkin tuotoksia vastaavien panosmuuttujien määrittäminen olisi hankalaa. DEA -menetelmässähän tehokkaiden yksiköiden määrä nousee muuttujien määrän kasvaessa. Koko sosiaali- ja terveystoimen tuottavuusvertailussa DEA -menetelmän käyttö ei ole perusteltua.

Sen sijaan DEA -menetelmä soveltuu hyvin pienemmän toimintakokonaisuuden tuottavuuden tarkasteluun. Silloin voidaan tarkastella yhtä toimintaprosessia kerrallaan. Silloin etuna on, että mukaan saadaan kaikki tuottavuuteen oleellisesti vaikuttavat muuttujat. Johtopäätösten tekeminen ja tehottomuuteen vaikuttavien tekijöiden löytäminen onnistuu paremmin. Tämän tutkimuksen empiirisessä osassa DEA -menetelmää sovelletaan lasten päivähoidon tuottavuusvertailuun suurissa

kunnissa.

2.1.1 Aiempia tutkimuksia

Aiemmat sosiaali- ja terveysalan tuottavuustutkimukset DEA -menetelmällä ovat pääasiassa käsitelleet terveyskeskusten tai sairaaloiden tuottavuutta.

Terveyskeskusten tuottavuus

Kalevi Luoma ja Maija-Liisa Järviö ovat arvioineet vuonna 1994 DEA-menetelmällä terveyskeskusten tuottavuuseroja Suomessa vuonna 1991. Siinä terveyskeskusten tuottavuutta arvioitiin kuudella avohoidon suoriteryhmällä ja neljällä vuodeosastohoidon hoitopäiväryhmällä. Panosmuuttujana oli terveyskeskusten käyttömenot. Tutkimuksessa on käytetty DEA -menetelmää sekä muuttuvien että vakioskaalatuottojen osalta. Näiden lisäksi on sovellettu painojen rajoittamista minimiyksikkökustannusten avulla. Tutkimuksessa tehokkaiden yksiköiden osuus vaihteli 13 prosentista 43 prosenttiin riippuen käytetystä mallista. Luoma ja Järviö havaitsivat myös, että jos kaikki terveyskeskukset toimisivat yhtä tuottavasti kuin DEA -menetelmän tehokkaiksi luokittelemat terveyskeskukset, olisivat terveyskeskukset voineet tuottaa vuonna 1991 palvelunsa potilaille 13 prosenttia pienemmillä käyttömenoilla.

Sairaaloiden tuottavuus

Pasi Harkki on vuonna 1994 pro gradu -työssään tutkinut sairaaloiden tuottavuuseroja Suomessa. Tutkimuksessa oli mukana 53 Suomessa toimivaa sairaalaa. Harkki oli käyttänyt kahta eri muuttujayhdistelmää sekä vakio että muuttuvien skaalatuottojen mallissa. Tutkimuksessa havaittiin sairaaloiden välillä suuria tuottavuuseroja. Tehokkuusluvut vaihtelivat 1 ja 0.438 välillä riippuen käytetystä

DEA -mallista. Harkki oli havainnut tulosten olevan jonkin verran ristiriitaisia lähestymistavasta riippuen, joten tutkimuksesta saadut tehokkuusluvut eivät olleet täysin yksiselitteisiä.

3. Tehokkuuslukujen määrittäminen DEA -menetelmällä

Varsinaisesti DEA -menetelmä sai alkunsa vuonna 1957, jolloin M. J. Farrell esitti ensimmäiset tehokkuuslukujen laskemisperiaatteet. Myöhemmin vuonna 1978 Abraham Charnes, William Cooper ja Edwardo Rhodes jatkoivat Farrellin aloittamaa työtä kehittämällä varsinaisesti lineaariseen ohjelmointiin perustuvan DEA -menetelmän. Tätä mallia kutsutaan CCR -malliksi kehittäjiensä mukaan. Tämä malli perustui vakioskaalatuotto-oletukseen. Malli piti sisällään sekä teknisen- että skaalatehokkuuden käsitteen. (Charnes, Cooper & Rhodes, 1978)

Vuonna 1984 tapahtui seuraava merkittävä kehitys DEA -menetelmän historiassa. Rajiv Banker, Abraham Charnes ja William Cooper kehittivät BBC -mallin muuttuville skaalatuotoille. Malli mahdollisti teknisen ja skaalatehokkuuden erottamisen toisistaan. (Banker, Charnes & Cooper, 1984)

Seuraavissa kappaleissa esitetään menetelmän ratkaisu graafisesti. Määrittäminen on vaikeaa, jos käytetään useita panos- ja tuotosmuuttujia. Silloin kuvio muodostuu monidimensioseksi. Helpoiten menetelmän kuvaaminen tapahtuu yhden panosmuuttujan ja yhden tuotosmuuttujan avulla kaksiulotteisessa koordinaatistossa. Luvussa 3 käydään läpi menetelmän matemaattinen ratkaisu.

3.1 DEA -menetelmän peruspiirteet ja -käsitteet

DEA -menetelmä tarjoaa mahdollisuuden verrata päätöksentekoyksiköiden (*Decision Making Units, DMU*) tuotannollista tehokkuutta. Näitä ovat organisaatiot tai toimipaikat, jotka tuottavat samankaltaisia tuotoksia (palveluita) samanlaisilla panoksilla (Luoma, Järviö, 1994).

Tuottavuus voidaan määrittää joko olettamalla tuotannossa vallitsevan *vakioskaalatuotot* tai *muuttuvat skaalatuotot*. Ideana on etsiä tuotannollisesti tehokas yksikkö tai yksiköt, joiden panos-tuotos -yhdistelmä on paras mahdollinen. Tehokkaita yksiköitä voi olla siis yksi tai useampia. Kuvioissa 2.1. ja 2.2. pisteet A, B, C ja D kuvaavat yksiköitä (toimipaikkoja), joiden tehokkuutta määritetään.

Oletettaessa vakioskaalatuotot (kuvio 2.1.) yksiköllä B on paras tuottavuus. B:n kautta piirretään origosta lähtevä suora, jota kutsutaan niin sanotuksi *tehokkuusrintamaksi*. Suoran alapuolella olevat yksiköt A, C ja D ovat niin sanottuja tehottomia yksiköitä ja niiden tuottavuus on pienempi kuin yksikön B. Tehokkaasta yksiköstä käytetään nimitystä *dominoiva yksikkö* tarkasteltavalle tehottomalle yksikölle. Nyt yksiköitä A, C ja D verrataan tehokkuusrintamaan. Tehottoman yksikön suhteellisesta etäisyydestä tehokkuusrintamasta käytetään nimitystä *tehokkuusluku*, jonka arvo vaihtelee välillä [0,1]. Rintamalla oleva tehokas yksikkö saa tehokkuusluvukseen yksi. Se voidaan ilmaista myös prosentteina (100 %). Rintaman alapuolella olevien toimipaikkojen tehokkuusluvut ovat pienempiä kuin yksi.

Muuttuvien skaalatuottojen vallitessa (kuvio 2.2.) rintama on lineaarisesti paloittain määritelty käyrä. Rintama muodostuu yksiköiden A, B ja C välille. Nyt tehottomaksi toimipaikaksi jää yksikkö D.

3.1.1 Vakioskaalatuottojen malli

Vakioskaalatuottojen mallissa (*Constant Return to Scale, CRS*) tehokkuusrintama muodostetaan aineiston tehokkaimpien yksiköiden kautta olettaen, että tuotannossa vallitsevat vakioskaalatuotot.

Vakioskaalatuotto-oletus tarkoittaa sitä, että toiminnan mittakaava (yksikön koko) ei vaikuta yksiköiden tehokkuuteen (Helin & Martikainen 1997, s.72). Silloin panosmääriä kasvatettaessa n-kertaisiksi tuotosmäärätkin kasvavat n-kertaiseksi. Laskettu tehokkuusluku kuvaa sekä teknistä tehokkuutta että skaalatehokkuutta. Tehokkaiksi määritellään tällöin yksiköt, jotka toimivat tehokkaasti sekä kokonsa että organisointinsa (panossuhteidensa) puolesta (Kirjavainen & Loikkanen 1993, s. 11).

Tarkastellaan tehokkuusluvun määrittelemistä yksikölle D kuvion 2.1. avulla, kun käytetään vakioskaalaoletusta. Tehokkuusluku voidaan määrittää kahdella vaihtoehtoisella tavalla, joko *tuotosten maksimointi* tai *panosten minimointi* -näkökannalla.
Kummankin tavan tehokkuusluvun määrittämiseen käytetään tehokkuusrintamaa CRS. Tehokkuusrintama OO'on origosta lähtevä suora, joka kulkee tehokkaimman tai tehokkaimpien yksiköiden kautta siten, että sen kulmakerroin on mahdollisimman suuri.

Panosten minimointi -näkökanta

Laskettaessa tehokkuuslukua panoksia minimoiden (*Input Minimisation)*, yksikön tuotos kiinnitetään sen tuottaman tuotoksen tasolle. Tehokkuusluku kuvaa sitä, kuinka paljon tehottoman yksikön olisi pienennettävä käyttämiään panoksia, jotta se olisi yhtä tehokas kuin tehokkuusrintamalla oleva tehokas vertailuyksikkö. Kuitenkin samalla tuottaen entisen määrän tuotosta. Tehokkuusluku lasketaan x -

akselin suuntaisien etäisyyksien suhteena. Oletetaan (ks. kuvio 2.1), että tehoton yksikkö D tuottaa tuotosta Y määrän Y_D ja kuluttaa panosta X määrän X_D. Yksikön D vertailupiste suoralta CRS löytyy pisteestä F. Tällöin yksikön D tehokkuusluku $h_{Dp\,(CRS)}$ on

$$h_{Dp(CRS)} = \frac{X_F}{X_D} \tag{2.1}$$

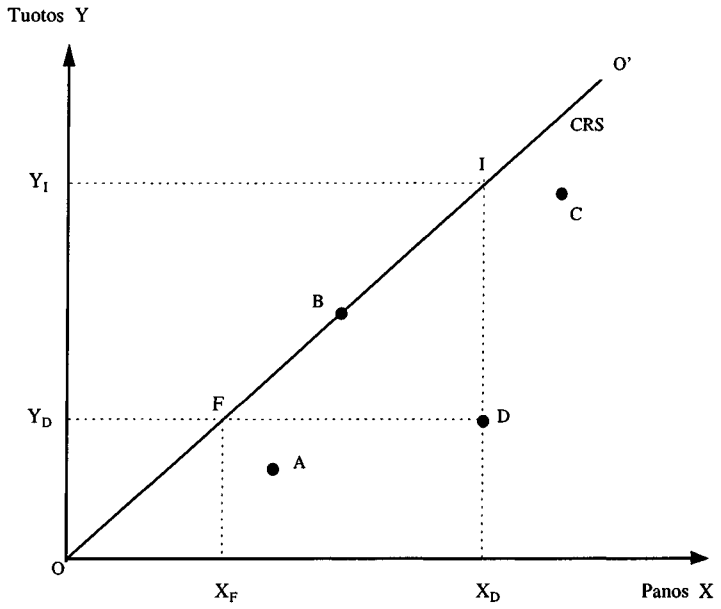
Jos tällöin yksikön D tehokkuusluku olisi esimerkiksi 0.75 (75%), niin kulutettua panosta X pitäisi pystyä pienentämään 0.25 (25%), jotta yksikkö D toimisi yhtä tehokkaasti kuin tehokkuusrintamalla oleva yksikkö B, jonka tehokkuusluku on 1 (100%).

Tuotosten maksimointi -näkökanta

Tehokkuuslukua laskettaessa tuotosta maksimoiden (*Output Maximisation*) oletetaan panosmäärä vakioksi. Nyt tehokkuusluku kuvaa sitä kuinka paljon tuotosta pystyttäisiin kasvattamaan olettaen että panosmäärä pysyy ennallaan. Tehokkuusluku lasketaan y -akselin suuntaisena etäisyyksien suhteena toteutuneen ja potentiaalisen tuotoksen välillä. Oletetaan jälleen (kuvio 2.1), että tehoton yksikkö D tuottaa tuotosta Y määrän Y_D ja kuluttaa panosta X määrän X_D. Nyt yksikön D vertailupiste suoralta CRS löytyy pisteestä I. Tällöin yksikön D tehokkuusluku $h_{Dt\,(CRS)}$ on

$$h_{Dt(CRS)} = \frac{Y_D}{Y_I} \tag{2.2}$$

Panoksia minimoiden tai tuotoksia maksimoiden lasketut tehokkuusluvut ovat yhtä suuret.



Kuvio 2.1. Tehokkuusluvun määrittäminen vakioskaalatuottojen -mallissa

3.1.2 Muuttuvien skaalatuottojen malli

Banker, Charnes ja Cooper kehittivät vuonna 1984 muuttuvien skaalatuottojen mallin (*Variable Return to Scale, VRS*). Tämä mahdollisti teknisen ja skaalatehokkuuden erottamisen. Tarkastelemme tässä kappaleessa ainoastaan teknisen tehokkuuden määrittävän tehokkuusluvun laskekentatavan. Kappaleessa 2.2 käsitellään skaalatehokkuuden mukaisten tehokkuuslukujen laskeminen.

Muuttuvien skaalatuottojen vallitessa voidaan tehokkuusluku laskea samaan tapaan kuin vakioskaalatuottojenkin mallissa. Tehokkuusluku saadaan sekä panoksia minimoimalla että tuotoksia maksimoimalla.

Tarkastelemme edelleen yksinkertaista yhden tuotoksen ja yhden panoksen tuotan-

tomallia (kuvio 2.2.). Tehokkuusrintama VRS muuttuu paloittain määritellyksi tehokkaiden yksiköiden välillä. Samalla tehokkaiden yksiköiden määrä kasvaa verrattuna vakioskaalatuottojen malliin. Myös yksiköiden suhteelliset tehokkuuslu-vut kasvavat.

Panosten minimointi -näkökanta

Tehokkuusluku lasketaan x -akselin suuntaisien etäisyyksien suhteena, kuten tehtiin vakioistenkin skaalatuottojen mallissa. Oletetaan (kuvio 2.2), että tehoton yksikkö D tuottaa tuotosta Y määrän Y_D ja kuluttaa panosta X määrän X_D. Yksikön D vertailupiste suoralta VRS löytyy pisteestä E, joka muodostuu tehokkaiden yksiköiden A ja B lineaarikombinaationa. Yksiköiden A ja B osuuden vertailupisteessä E määrää λ-kerroin, jonka määrittämiseen ja tulkintaan palataan kappaleessa 3.2. Nyt yksikön D tehokkuusluku $h_{Dp\,(VRS)}$ on

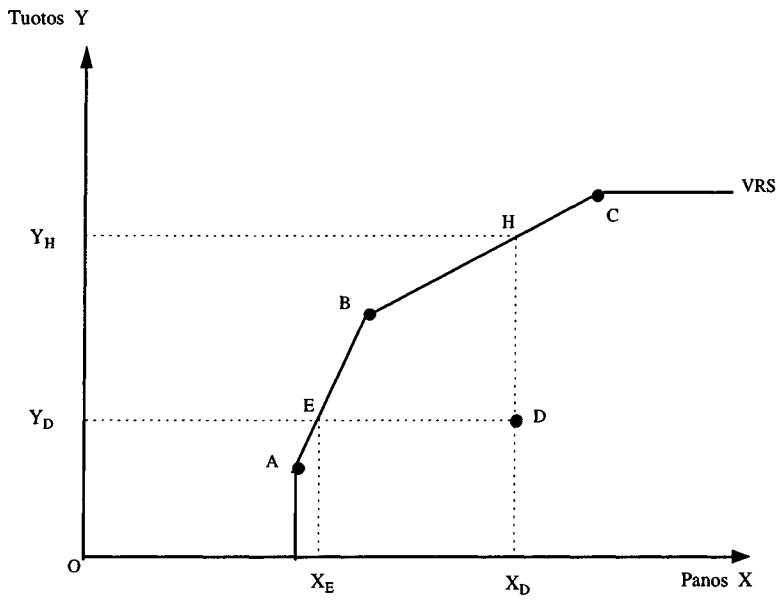
$$h_{Dp(VRS)} = \frac{X_E}{X_D} \tag{2.3}$$

Tuotosten maksimointi -näkökanta

Nyt tehokkuusluku lasketaan jälleen y -akselin suuntaisena etäisyyksien suhteena. Tehottoman yksikön D vertailupiste käyrällä VRS on piste H, kun käytetty panos on X_D ja sillä tuotettu tuotos on Y_D. Vertailupiste H saadaan tehokkaiden yksiköiden B ja C lineaarikombinaationa λ-kertoimmen avulla. Tehottoman yksikön D $h_{Dt\,(VRS)}$ tehokkuusluku on

$$h_{Dt(VRS)} = \frac{Y_D}{Y_H} \tag{2.4}$$

Muuttuvien skaalatuottojen mallissa tuotosten maksimointi ja panosten minimointi tehokkuusluvut ovat erisuuret.



Kuvio 2.2. Tehokkuusluvun määrittäminen muuttuvien skaalatuottojen -mallissa

3.2 Vakioisten ja muuttuvien skaalatuottomallien vertailua

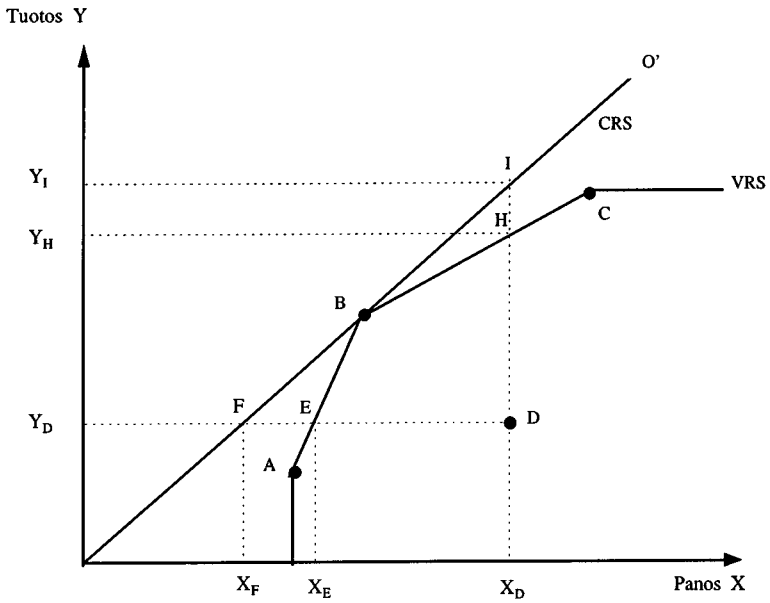
Pelkästään yksikön koosta johtuvaa tehottomuutta tai tehokkuutta voidaan kuvata skaalatehokkuuden avulla. Skaalatehokkuus voidaan määrittää vertaamalla toisiinsa vakioskaalatuottojen ja muuttuvien skaalatuottojen mallien yhteydessä käytössä olleita tehokkuusrintamia CRS ja VRS. Saatu suhdeluku kuvaa parhaan mahdollisen skaalatason ja verrattavan yksikön toiminnan skaalatason välisestä erosta

johtuvaa tehottomuutta (Martikainen, 1994). Tehottoman yksikön D skaalatehokkuus (ks. kuvio 2.3.) saadaan kun vakioskaalatuottojen vallitessa saatu pienin mahdollinen panosten käyttö suhteutetaan muuttuvien skaalatuottojen vallitessa saatuun pienimpään mahdolliseen panosten käyttöön (Kirjavainen ym.1993, s.11). Yksikön D skaalatehokkuus on

$$\frac{X_F}{X_E} \tag{2.5}$$

Skaalatehokkuus voidaan laskea vastaavasti myös tuotoksia maksimoiden. Se on silloin yksikölle D suhde

$$\frac{Y_H}{Y_I} \tag{2.6}$$



Kuvio 2.3. Skaalatehokkuuden määrittäminen

3.3 Vertailtavien yksiköiden valinta

Käytettäessä DEA -menetelmää toimipaikkojen tuottavuuden määrittämiseen on otettava huomioon sekä aineistolle että panos- ja tuotosmuuttujille asetetut vaatimukset.

Toimipaikkojen tuottavuutta määritettäessä on kiinnitettävä riittävästi vertailuun tulevien toiminnallisten yksiköiden valintaan. Toimipaikan määrittäminen ja valinta on yksi tärkeimmistä ratkaisuista käytettäessä DEA -menetelmää. Valintaa ei usein kuitenkaan ole helppo suorittaa, koska joudutaan ottamaan huomioon monia erilaisia asioita. (Vakkuri & Mälkiä, 1996.)

DEA tekniikka on keino arvioida vertailtavien toimipaikkojen suhteellista tehokkuutta. Siksi toimipaikkojen vertailtavuus on yksi menetelmän perusvaatimuksista. Tämä saattaa johtaa ongelmalliseen tilanteeseen. Jos esimerkiksi kaikki yksiköt ovat täsmälleen samankaltaisia niin niillä ei ole tuottavuuseroja ja silloin DEA -menetelmää ei ole järkevää käyttää. Toisaalta jos yksiköt eivät ole riittävän vertailukelpoisia, on käyttökelpoisen ja päätöksentekijöitä palvelevan yhteenvedon tekeminen vaikeaa. Täten samankaltaisuuksia etsitään yksiköiden väliltä tunnistamalla homogeeniset toimipaikat. Toisaalta etsitään myös eroavaisuuksia näiden yksiköiden väliltä tunnistamalla tärkeät erot vertailtavien toimipaikkojen väliltä. (Vakkuri ym. 1996.)

Tuottavuusvertailussa mukana olevalla homogeenisellä ryhmällä toimipaikkoja Golanyn ja Rollin (1989, s. 239) mukaan on kolme perusvaatimusta, kun käytetään DEA -menetelmää.

1. Valittujen yksiköiden pitää suorittaa samankaltaisia tehtäviä samanlaisin tavoittein.

2. Kaikkien yksiköiden tulee toimia samoissa markkinaolosuhteissa

3. Kaikkien panos- ja tuotosmuuttujien, jotka määrittävät yksiköiden suoritukset, pitää olla identtisiä. Tämä ei koske eroja suuruudessa tai voimakkuudessa.

Näiden lisäksi on muutama muu seikka, jotka on otettava huomioon päätöksentekoyksiköitä valittaessa tutkimukseen. Kaikkia panos- ja tuotosmuuttujia pitää pystyä mittaamaan, jotka vaikuttavat ratkaisevasti yksiköiden suorituksiin. Jos näin ei ole, DEA -menetelmän käyttäminen ei ole perusteltua. Päätöksentekoyksiköiden valinta ja määrittäminen on suoraan yhteydessä analyysin tavoitteeseen. Menetelmällä pyritään yleensä löytämään ratkaisu analysoitavien yksiköiden tuottavuuden parantamiseen. Silloin mallia on etsittävä muista päätöksentekoyksiköistä analyysissä, esimerkiksi miten ne käyttävät panoksiaan ja kontrolloivat niiden käyttöä. Täten analyysin tason valintaan pitäisikin kiinnittää riittävästi huomiota. Muulla tavoin käytettynä menetelmä ei osoita tarkasti ongelmallisia päätöksentekoyksiköitä ja niiden vahvuuksia ja heikkouksia. Pikemminkin se piilottaa kuin paljastaa ongelmat informaation takana. (Vakkuri ym. 1996, s. 18)

DEA -menetelmän käyttökelpoisuuteen vaikuttaa päätöksentekoyksiköiden lukumäärä. Suurella ja pienellä havaintomäärällä on kummallakin hyvät ja huonot puolensa. Suurta yksiköiden määrää puoltaa se, että todennäköisyys löytää tehokkaat toimipaikat on suurempi kuin pienellä havaintomäärällä. Silloin on myös mahdollista käyttää suurempaa määrää panos- ja tuotosmuuttujia tutkimuksessa. Analysoitavien yksiköiden määrän tulisi olla vähintään kaksi kertaa niin suuri kuin muuttujien yhteenlaskettu määrä. Käytännössä päätöksentekoyksiköitä saa olla vieläkin enemmän. DEA -menetelmä nimittäin käyttäytyy siten, että tehokkaiden yksiköiden määrä kasvaa muuttujien määrän kasvaessa. Tulosten analysointia myös helpottaa suuri yksiköiden määrä.

Pienempi päätöksentekoyksiköiden määrä takaa paremmin yksikköryhmän homogeenisuuden. Paras mahdollinen tapaus olisi madollisimman suuri yksiköiden

määrä, mutta samalla homogeeninen joukko.

3.4 Panos- ja tuotosmuuttujien valinta

Mallin konstruointi on päätöksentekoyksiköiden valinnan ohella tärkeä osa DEA -menetelmää. Mallin konstruointiin kuuluu panos- ja tuotosmuuttujien valinta. Aluksi kannattaa kartoittaa kaikki tuotantoprosessiin vaikuttavat muuttujat. Valintaprosessissa on järkevää käyttää apuna sen toimialan asiantuntijoita, jonka tuottavuuksia määritetään. Tällöin pystytään valitsemaan sopivat muuttujat malliin. Asiantuntijoiden konsultointiapu takaa sen, että muuttujat, jotka eivät vaikuta mallin voidaan jättää pois. Samalla pystytään rakentamaan malli, jossa on mukana vain tärkeimmät muuttujat. Sopivan ohjelmiston avulla mallia pystytään kokeilemaan eri muuttujakombinaatioiden välillä. Tällöin voidaan testata myös tulosten herkkyyttä ja aineiston rajauksia. Tämä auttaa löytämään sopivat panos- ja tuotosmuuttujat malliin.

DEA -menetelmän etuna on se, että tuotosmuuttujien hintatietoja ja yksikkökustannuksia ei tarvita. Tuotokset voidaan ilmoittaa määrätietoina. Esimerkiksi lasten päivähoitotutkimuksessa voidaan käyttää lasten hoitopäivien yhteismäärää tuotosmuuttujana. DEA -menetelmä ei siis edellytä panosten ja tuotosten yhteismitallistamista (Luoma ym. 1994, s. 3). Tuotosmuuttujien valinta onkin helpompi suorittaa kuin panosmuuttujien. Ne löydetään helposti, kun tarkastellaan tutkittavien toimipaikkojen tehtäviä ja tavoitteita.

Panosmuuttujina käytetään yleensä tavallisia tuotannontekijöitä kuten työvoimaa ja pääomaa. DEA -menetelmä mahdollistaa kuitenkin minkä tahansa tuotantoon vaikuttavan tekijän ottamisen panosmuuttujaksi. Esimerkiksi Charnes, Cooper ja Rhodes ovat vuonna 1981 käyttäneet DEA -menetelmän koulusovelluksessa panosmuuttujana vanhempien sosio-ekonomista asemaa, koska sen on todettu

vaikuttavan lasten koulumenestykseen positiivisesti. (Mäkilä 1995, s. 37)

Jokaista malliin valittavaa muuttujaa on tutkittava tarkasti miten se vaikuttaa tuotantoon. DEA -menetelmän matemaattinen ratkaisu lineaarisen ohjelmoinnin avulla määrittää kullekin muuttujalle päätöksentekoyksiköittäin edullisimmat painot. Silloin kullakin muuttujalla on mahdollisuus vaikuttaa tehokkuusluvun määräytymiseen yhtä voimakkaasti. Tuotosmuuttujien vaikutusta tehokkuuslukuun voidaan kontrolloida rajoittamalla muuttujakohtaisia painoja. (Luoma ym. 1994, s. 8)

Muuttujien valinnassa on kiinnitettävä huomiota siihen, että ne eivät sisällä samaa informaatiota. Tietojen päällekkäisyyttä pitää välttää. DEA -menetelmän matemaattisista ominaisuuksista johtuu, että se on herkkä mittausvirheille. Siksi tietojen virheettömyydestä pitäisi varmistua mahdollisimman hyvin. DEA -menetelmä on matemaattisesti optimointimenetelmä eikä tilastollinen estimointimenetelmä. Silloin rajafunktion ympärille ei muodostu luottamusrajoja. Jos mitattu havaintoarvo sisältää mittausvirhettä ja toimipaikasta tulee tehokas yksikkö, niin käyrän suunta muuttuu virheelliseksi. Silloin mittausvirhettä sisältävä havaintoarvo muuttaa kaikkien muidenkin tutkimusyksiköiden tehokkuuslukuja. Jos virhettä sisältävä yksikkö ei ole rajafunktiolla, niin mittausvirhe vaikuttaa ainoastaan sen omaan tehokkuuslukuun. Luottamusvälien määrittäminen jokaisen päätöksentekoyksikön tehokkuuslukujen ympärille on mahdollista bootstrap -menetelmän avulla. Atkinson ja Wilson (1995) ovat verranneet keskitehokkuuksia pienissä otoksissa ja ovat käyttäneet hyväksi bootstrap -menetelmää. Tällöin aineiston on oltava paneelityyppinen seuranta-aineisto esimerkiksi kymmenen vuoden ajalta. Tällöin pitää varmistua, että tilastointimenetelmät ovat pysyneet koko aikaperiodin samankaltaisina.

DEA -menetelmä on herkkä aineiston ulkopuolisille havainnoille. Tällainen havainto saattaa olla esimerkiksi yksi iso kaupunki tutkimuksessa, joka vertailee

kuntien tuottavuuksia. Erityisen hankalaksi ulkopuolinen havainto muodostuu silloin, kun yksikkö sijoittuu tehokkuusrintamalle. Silloin havainto vaikuttaa kaikkien muidenkin päätöksentekoyksiköiden tehokkuuslukuihin. Käytännössä kannattaa harkita ulkopuolisen yksikön jättämistä tutkimuksen ulkopuolelle.

Havaintoaineiston sisältäessä nollahavaintoja kannattaa tuloksiin suhtautua kriittisesti. DEA -menetelmä pystyy ratkaisemaan teknisesti tehokkuusluvut vaikka jonkun päätöksentekoyksikön muuttujanarvo olisikin nolla. Käytännössä kannattaa harkita tällaisen yksikön poistamista tutkimuksesta, sillä se poikkeaa toiminnaltaan liiaksi muista yksiköistä.

4. DEA-menetelmän matemaattinen ratkaisu

4.1 Yleinen optimointitehtävä ja peruskäsitteitä

Yleistä optimointitehtävää on käsitelty Pentti Hämäläisen optimointimenetelmät - kurssin 1997 pohjalta. Muodostettaessa optimointiongelmalle jokin matemaattinen malli niin tarvitaan yleensä jokin optimoitava suure. Yleensä se on yhden tai useamman muuttujan funktio, jota minimoidaan tai maksimoidaan tiettyjen vaihtoehtojen eli rajoitteiden suhteen.

Yleinen minimointitehtävä on muotoa

minimoi	$f(\mathbf{x})$	
rajoittein	$g_i(\mathbf{x}) \leq 0$	kaikilla $i = 1,\ldots,m$
	$h_i(\mathbf{x}) = 1$	kaikilla $i = 1,\ldots,l$

missä f, g_i (i=1,...,m) ja h_i (i=1,...,l) ovat funktioita $\mathbf{R}^n$:stä $\mathbf{R}$:ään.
Sama asia voidaan ilmaista myös seuraavassa muodossa. Olkoon funktio $f(\mathbf{x})$ määritelty joukossa X. Olkoon $S \subseteq X$. Tehtävänä on määrätä sellainen $\bar{\mathbf{x}} \in S$, jolla on voimassa $f(\bar{\mathbf{x}}) \leq f(\mathbf{x}) \; \forall \; \mathbf{x} \in S$. Tässä on siis haettava sellainen joukon S alkio, jossa funktio saa mahdollisimman pienen arvon (minimiarvon). Vastaavasti määritellään maksimointitehtävä.

Optimoitavaa funktiota f kutsutaan *objekti- tai tavoitefunktioksi* ja funktioita g_i ja h_i *rajoitefunktioiksi* tai lyhyesti *rajoitteiksi*. Funktiot g_i ovat epäyhtälörajoitteita ja funktiot h_i yhtälörajoitteita. Vektorin $\mathbf{x} \in \mathbf{R}^n$ komponentit, $\mathbf{x} = (x_1, x_2,...,x_n)^T$, ovat tehtävän *muuttujia*.

Piste $\mathbf{x}^*$ on *sallittu*, jos se toteuttaa kaikki tehtävän rajoitteet. Jos tehtävänä on maksimoida funktio f niin tehtävästä saadaan minimointitehtävä minimoimalla funktio -f.

4.2 Tehokkuusluvun laskeminen

DEA -menetelmä matemaattinen ratkaisu perustuu yleisellä tasolla lineaarisen optimointitehtävään. Yksinkertaisimmassa tapauksessa tutkittavan yksikön yhtä panosmuuttujaa vastaa yksi tuotosmuuttuja. Tällöin tehokkuus on ilmaistu suhteena:

$$\frac{tuotos}{panos}$$

Käytännössä organisaation tehokkuuden laskemisessa tarvitaan useita eri tuotoksia ja panoksia. Jos käytettäisiin klassista menetelmää, tuloksena olisi useita eri tuotosten ja panosten suhteita. DEA-menetelmän avulla ratkaistaan yksikäsitteisen tehokkuusluvun laskemisen käyttämällä painotettuja tuotosten ja panosten summia:

$$\frac{tuotosten\ painotettu\ summa}{panosten\ painotettu\ summa}$$

Menetelmä valitsee kullekin tutkittavalle yksikölle erikseen optimaaliset painot. Ne

valitaan siten, että ne ovat tarkasteltavalle yksikölle mahdollisimman edulliset. Tutkittava yksikkö on tehokas, jos se on ylivoimainen kaikkiin muihin nähden yhdessäkin tuotos-panos -suhteessa.

Charnes ym. (1978) ovat kehittäneet vakioskaalatuottoihin perustuvan DEA -mallin, jota kutsutaan CCR -malliksi (ks. Boussofiane, Dyson & Thannassoulis 1991, s.1). Menetelmän avulla saadaan kullekin tutkittavalle yksikölle tehokkuusluku maksimoimalla painotettujen tuotosten summa suhteessa painotettujen panosten määrään. Ehtona tälle on, että muiden yksiköiden samoin painotetut tuotos-panos -suhteet ovat pienempiä tai yhtä suuria kuin yksi. Tehokkuusrintaman muodostavat ne yksiköt, joiden tuotos-panos -suhteet ovat ykkösen suuruisia.

CCR-malli voidaan esittää matemaattisesti seuraavasti. Merkitään yksikön j ($j=1,2,...,n$) havaittua tuotosta t-ulotteisella vektorilla $y_j=(y_{1j}, y_{2j},...,y_{tj})$ ja yksikön käyttämiä panoksia m-ulotteisella vektorilla $x_j=(x_{1j}, x_{2j},...,y_{mj})$. Mallista ratkaistaan kullekin yksikölle optimaaliset painot u_r ja v_i. Menetelmä valitsee tuotoksille painokertoimet $u=(u_1, u_2,...,u_t)$ ja $v=(v_1, v_2,...,v_m)$, kun tarkastellaan yhtä päätöksentekoyksikköä 0, ratkaisemalla ongelman:

$$\max\ h_0=\frac{\sum_{r=1}^{t} u_r\, y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^{m} v_i\, x_{ij_0}} \tag{3.1}$$

rajoitteilla

$$\frac{\sum_{r=1}^{t} u_r\, y_{rj}}{\sum_{i=1}^{m} v_i\, x_{ij}} \le 1; \quad j=1,...,n$$

$$u_r,\ v_i \ge \varepsilon \quad \forall r\ ja\ i$$

missä

y_{rj} = yksikön j tuottaman tuotoksen r määrä
x_{ij} = yksikön j kuluttaman panoksen i määrä
u_r = tuotokselle r annettu paino (r=1,...,t)
v_i = panokselle i annettu paino (i=1,...,m)
n = tuotantoyksiköiden määrä
t = tuotosten lukumäärä
m = panosten lukumäärä
ε = pieni positiivinen luku

Tämän mallin ratkaisussa yksikön j_0 tehokkuus ratkaistaan edellyttäen, että kaikkien yksiköiden j tehokkuudet rajoitetaan korkeintaan ykköseksi. Avainasemassa mallissa ovat tuotosten ja panosten optimaaliset painot u_r ja v_i, joita käsitellään tuntemattomina. Ne valitaan siten, että ne maksimoivat kohdeyksikön j_0 tehokkuuden. Yksikkö j_0 on tehokas muihin yksiköiden nähden, jos sen tehokkuus on yksi. Tehokkuusluvun ollessa alle yksi, vertailtava yksikkö on tehoton. Ratkaisu identifioi tehottomalle yksikölle vastaavat tehokkaat yksiköt, jota kutsutaan vertailuryhmäksi (*peer group*).

Jokaisen tarkasteltavan yksikön suhteelliset tehokkuudet ratkaistaan DEA -mallista (3.1). Malli on ei-konveksi epälineaarinen ohjelmointiongelma (*nonconvex nonlinear programming model*). Epälineaarinen malli voidaan muuttaa lineaariseksi asettamalla rajoite

$$\Sigma\ v_i\ x_{i0} = 100$$

primaali -malliin 3.2 (*primal -model).*

Lineaarisen ohjelmoinnin objektifunktio on

$$\max\ h_0 = \sum_{r=1}^{t} u_r y_{rj_0} \tag{3.2}$$

rajoitteilla

$$\sum_{i=1}^{m} v_i \, x_{ij_0} = 100$$

$$\sum_{r=1}^{t} u_r \, y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i \, x_{ij} \leq 0 \quad j = 1,\ldots,n.$$

$$-u_r \leq -\varepsilon \quad r = 1,\ldots,t,$$
$$-v_i \leq -\varepsilon \quad i = 1,\ldots,m.$$

Huomataan, että primaalissa on $n + t + m + 1$ rajoitetta ja $t + m$ muuttujaa. Yleensä lineaarinen ohjelmointitehtävä on sitä vaikeampi ratkaista, mitä enemmän siinä on rajoitteita. Ratkaisun helpottamiseksi primaali muunnetaan duaalimuotoon (*dual model*). Duaali -mallissa on $m + t$ rajoitetta. Ongelma muuttuu nyt maksimointiongelmasta minimointiongelmaksi. Koska nyt kyseessä on lineaarinen ohjelmointitehtävä, se voidaan ratkaista simplex -algoritmin avulla. Duaalimuotoon vaikuttaa onko kysymyksessä vakioisten vai muuttuvien skaalatuottojen oletus.

Vakioskaalatuottojen malli

Duaali -malli vakioisille skaalatuotoille voidaan kirjoittaa muotoon:

$$Min \quad 100Z_0 \; \varepsilon \sum_{r=1}^{t} s_r^+ - \varepsilon \sum_{i=1}^{m} s_i^- \tag{3.3}$$

rajoitteilla

$$x_{ij_0} Z_0 - s_i^- - \sum_{j=1}^{n} x_{ij} \, \lambda_j = 0 \quad i = 1,\ldots,m,$$

$$-s_r^+ + \sum_{j=1}^{n} y_{rj} \, \lambda_j = y_{rj_0} \quad r = 1,\ldots,t,$$

$$\lambda_j, \; s_i^-, \; s_r^+ \geq 0 \quad \forall \; j, \; r \; ja \; i$$

Muuttujat s_r^+ ja s_i^- ovat puutemuuttujia eli ns. slack-muuttujia, jotka kuvaavat tuotoksen ja panoksen hukkakäyttöä. Niitä käytetään, kun rajoitteilta vaaditaan yhtäsuuruusmuotoa. Puutemuuttujan kerroin muilla rajoiteriveillä ja objektifunktiossa on 0.

Pieni positiivinen luku ε takaa sen, että havaitut panokset ja tuotokset ovat positiivisia ja että ns. slack-muuttujat eivät vaikuta kohdefunktioon Z_0. Yksikkö j_0 on tehokas, jos puutemuuttujat ovat nollia ja Z_0 on yksi. Tai myöskin päinvastoin eli milloin Z_0 on pienempi kuin yksi ja puutemuuttujat ovat erisuuria kuin nolla, vertailtava yksikkö on tehoton.

Muuttuvien skaalatuottojen malli

Banker ym. laajensivat alkuperäistä DEA -mallia (3.1) vuonna 1984 (ks. Boussofiane ym. 1991, s.12) siten, että se mahdollisti teknisen ja skaalatehokkuuden erottamisen toisistaan. Tekninen tehokkuus lasketaan päätöksentekoyksikölle j_0 seuraavasti:

$$Min\ h - \varepsilon \left[\sum_{i=1}^{m} s_i^+ + \varepsilon \sum_{r=1}^{t} s_r^- \right] \tag{3.4}$$

rajoitteilla

$$hx_{ij_0} - \sum_{j=1}^{n} x_{ij}\, \lambda_j - s_i^- = 0 \quad i = 1,\ldots,m,$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj}\, \lambda_j - s_r^+ = y_{rj_0} \quad r = 1,\ldots,t,$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

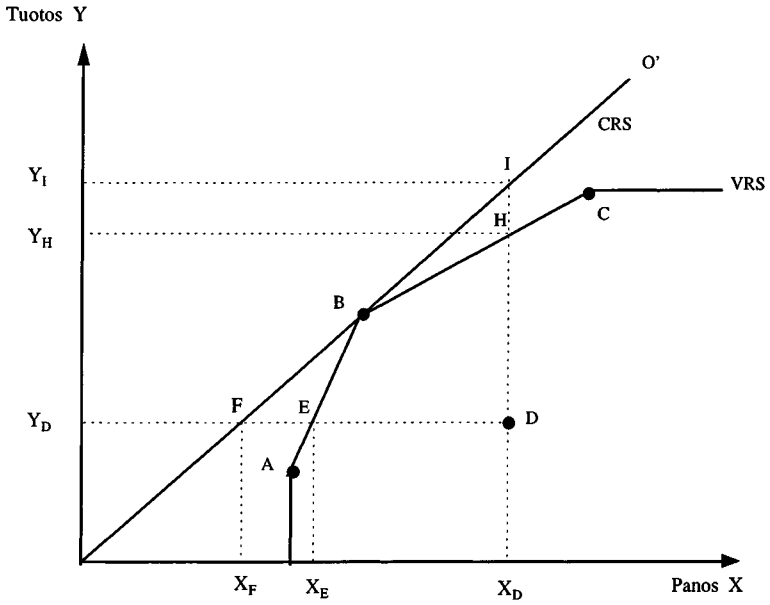
$$\lambda_j,\ s_i^-,\ s_r^+ \geq 0 \quad \forall\ j,\ r\ ja\ i$$

Malli 3.4 eroaa alkuperäisestä DEA -mallista ainoastaan yhdellä rajoitteella. Tämä rajoite on λ_j -tekijöiden summan rajoittaminen ykköseksi. Se takaa, että tehokkaiden yksiköiden rajapinta on konveksi (Kirjavainen ym 1994, s.18). Lambdojen summan rajoittaminen takaa myös sen, että malli 3.4 johtaa puhtaasti yksikön j_0 teknisen tehokkuuden määrittämiseen.

Lambdan arvojen tulkitseminen

Lambdat määrittelevät tehokkuusrintamalta vertailukohdan (Martikainen 1994, s.26). Tarkastellaan tilannetta kuvion 3.1 avulla. Oletetaan, että kyseessä on yhden tuotoksen ja yhden panoksen malli, sekä panoksia minimoiva näkökanta. Tarkastellaan yksikön D tehokkuutta. Tehokkuusrintama CRS on nyt piirretty tehokkaan yksikön B kautta, kun voimassa on vakioskaalatuotto-oletus. Piirrettäessä suora pisteestä D pisteeseen F tehokkuusrintamalle, huomataan tehokkaan yksikön B olevan rintamalla ylempänä. Nyt pistettä B skaalataan lambdan avulla suoralla CRS alaspäin pisteen F kohdalle. Alaspäin skaalattaessa lambda saa arvoja ykkösestä alaspäin ja vastaavasti ylöspäin skaalattaessa ykköstä suurempia arvoja. Lambdan arvo on tasan yksi ainoastaan siinä tapauksessa, että vertailtava yksikkö D olisi horisontaalisesti samalla tasolla tehokkaan yksikön B kanssa.

Tarkasteltaessa lambdan arvoja CRS -rajan yhteydessä voidaankin päätellä, toimivatko yksiköt kasvavien vaiko vähenevien skaalatuottojen alueella. Ykköstä pienemmät lambdat implikoivat, että yksikkö toimii kasvavien skaalatuottojen alueella. Kuten kuviossa 3.1 yksikkö D. Ykköstä suuremmat lambdan arvot taas kuvaavat yksikön toimivan vähenevien skaalatuottojen alueella. (Martikainen 1994, s.28)



Kuvio 3.1. Lambda -arvojen määrittäminen.

Tarkastellaan lambdojen arvoja muuttuvien skaalatuottojen oletuksen voimassa ollessa. Vertailukohta yksikölle D löytyy käyrältä VRS pisteestä E. Nyt lambdojen summa on rajoitettu ykköseksi. Piste E on tehokkaiden yksiköiden A ja B muodostama vertailukohta. Rajafunktiohan muodostuu yksikön D kohdalle päätöksentekoyksiköiden A ja B lineaarikombinaationa. Kahden pisteen yhdistämältä suoralta voidaan jokainen piste esittää pisteiden yhdistelmänä, kun painotetaan niitä siten, että painot (lambdat) summautuvat ykköseksi. (Martikainen 1994, s. 29)

4.3 Painojen rajoittaminen

DEA -menetelmä määrää muuttujille painot siten, että jokainen päätöksentekoyksikkö on mukana sille kannattavimmalla tavalla. Tämä aiheuttaa sen, että mukaan ei välttämättä tule kaikki muuttujat. Tehokkuusluku voi määräytyä ainoastaan

yhden tai kahden tuotosmuuttujan perusteella. Silloin korkea tehokkuusluku saattaa kuvata sitä, että yksikkö on keskittynyt muita yksiköitä enemmän ainoastaan tietyn tai tiettyjen tuotosten aikaansaamiseksi eikä yleistä tuotannollista tehokkuutta. (Luoma ym. 1994, s. 8.)

Painoja rajoittamalla on mahdollista saada kaikki tuotosmuuttujat mukaan malliin. Se mahdollistaa myös kaikkien tuotosten ottamisen mukaan paremmin suhteutettuna panosten käyttöön.

Painojen rajoittamisella on ollut ongelmana, niiden vaikea selittäminen. Tällaisilla lisärajoitteilla ei ole ollut selkeää tulkintaa. Dyson ja Thanassoulis (1988) ovat osoittaneet, että käytössä ollessa ainoastaan yksi kokonaisresursseja kuvaava panosmuuttuja, voidaan painorajoitteet tulkita minimiyksikkökustannuksiksi. Silloin tuotospainojen voidaan tulkita kuvaavan sitä panosmäärää, minkä yksikkö kuluttaa tuottaakseen yhden yksikön kyseistä tuotosta. (Luoma ym. 1994, s. 9.)

Malli 3.1 (ks. sivu 24) määrittää, että jokaisella panos- ja tuotosmuuttujalla on positiiviset painot, jotta kaikkien muuttujien vaikutus olisi mukana mallissa. Pienin mahdollinen paino, epsilon ε, saattaa olla kuitenkin niin pieni, että muuttujan haluttu vaikutus jää huomioimatta mallissa. Joidenkin panoksien ja tuotoksien merkitys saattaa olla käytännön kannalta tärkeämpi kuin toisten. (Dyson & Thanassoulis 1988, s. 564-565.)

Dysonin ja Thanassouliksen (1988) mukaan tehokkuusluku voidaan määrittää yhden panoksen tapauksessa muuttamalla mallia 3.1. Yksikön tehokkuusluku määritellään silloin

$$\max\ h_0' = \frac{\sum_{r=1}^{t} u_r' y_{rj_0}}{v x_{j_0}} \tag{3.5}$$

rajoitteilla

$$\frac{\sum_{r=1}^{t} u_r' y_{rj}}{v x_j} \leq 1; \quad j=1,\ldots,j_0,\ldots,n$$

$$u_r', \; v \geq \varepsilon \quad \forall r$$

Asettamalla edellisessä mallissa 3.5

$$\frac{u_r'}{v} = u_r$$

$$ja$$

$$h_0' x_{j_0} = u_r$$

voidaan malli kirjoittaa lineaarisen ohjelmoinnin muotoon

$$\max \; h_0 = \sum_{r=1}^{t} u_r y_{rj_0} \tag{3.6}$$

rajoitteilla

$$\sum_{r=1}^{t} u_r y_{rj} \leq x_j \quad j=1,\ldots,j_0,\ldots,n$$

$$u_r \geq \varepsilon \quad \forall r$$

Dyson ja Thanassoulis ovat osoittaneet, että u_r voidaan tulkita resurssimääräksi, kun tuotetaan yksi yksikkö tuotosta r. Resursseja mitattaessa rahallisesti on u_r tuotoksen yksikkökustannus. Tuotospainojen tulkitseminen yksikkökustannuksiksi mahdollistaa painojen rajoittamisen. Dyson ym. ovat esittäneet tuotospainojen

rajoittamista siten, että ne olisivat vähintään tuotoksen minimiyksikkökustannusten suuruiset. (Luoma ym. 1994, s. 9.)

Merkittäessä minimiyksikkökustannuksia k_r:llä tuotokselle r, voidaan malli 3.6 muokata seuraavasti:

$$\max\ h_0 = \sum_{r=1}^{t} u_r y_{rj_0} \tag{3.7}$$

rajoitteilla

$$\sum_{r=1}^{t} u_r y_{rj} \leq x_j \quad j=1,\ldots,j_0,\ldots,n$$

$$u_r \geq k_r \quad \forall r.$$

5. Päivähoidon sisällön kuvaus

Tässä luvussa käydään lyhyesti läpi päivähoidon vaatimuksia ja tavoitteita lain (36/1973) ja asetuksen (239/1973) lasten päivähoidosta mukaan. Lasten päivähoidon tarkoituksena on huolehtia lasten hoidosta ja kasvatuksesta vanhempien käydessä töissä. Päivähoito on yhteiskunnan laissa määrittelemä tukimuoto lapsiperheille. Varsinaisen hoidon lisäksi päivähoidolla on myös kasvatuksellinen merkitys. Sen tehtävänä on tukea hoidossa olevien lasten perheitä kasvatuksessa, ja edistää lapsen persoonallisuuden tasapainoista kehitystä.

Lasten päivähoitoa voivat saada lapset, jotka vielä eivät ole kouluiässä, sekä milloin erityiset olosuhteet sitä vaativat, eikä hoitoa ole muulla tavoin järjestetty, myös sitä vanhemmat lapset. Lisäksi päivähoito on pyrittävä järjestämään siten, että se tarjoaa lapsen hoidolle ja kasvatukselle sopivan hoitopaikan ja jatkuvan hoidon sinä vuorokauden aikana, milloin sitä tarvitaan.

Kunnan on järjestettävä lapselle hoitopaikassa tarpeellinen ruokailu. Se ei kuitenkaan koske sairasvakuutuslain mukaan korvattavia ravintovalmisteita. Kustannettavaan ruokailuun ei myöskään kuulu perhepäivähoidossa omassa kodissaan olevien lasten ravinto.

5.1 Päivähoidon yleiset tavoitteet

Vuoden 1996 alusta alkaen kaikilla alle kouluikäisillä lapsilla on lasten päivähoidosta annetun lain mukaan oikeus kunnalliseen päivähoitopaikkaan. Kunnan tehtävänä on mahdollisuuksien mukaan järjestää päivähoitoa lapsen vanhempien toivomalla tavalla siinä laajuudessa ja sellaisin toimintamuodoin kuin kunnassa esiintyvä tarve edellyttää. Alle kolmevuotiaiden lasten vanhemmilla, jotka eivät valitse kunnallista päivähoitoa, on oikeus saada kotihoidon tukea lapsen päivähoidon järjestämiseen muulla tavoin.

Päivähoidon tavoitteena on tukea päivähoidossa olevien lasten koteja näiden kasvatustehtävässä ja yhdessä kotien kanssa edistää lapsen persoonallisuuden tasapainoista kehitystä. Kunnan on huolehdittava siitä, että päivähoitoa voidaan antaa lapsen äidinkielenä olevalla suomen-, ruotsin- tai saamenkielellä.

Lapsen iän ja yksilöllisten tarpeiden mukaisesti päivähoidon tulee edistää lapsen fyysistä, sosiaalista ja tunne-elämän kehitystä sekä tukea lapsen esteettistä, älyllistä, eettistä ja uskonnollista kasvatusta. Uskonnollisen kasvatuksen tukemisessa on kunnioitettava lapsen vanhempien vakaumusta. Päivähoidon tulee myös tukea lapsen kasvua yhteisvastuuseen ja elinympäristön vaalimiseen.

5.2 Päivähoitomuodot Suomessa

Lasten päivähoitomuotoja ovat päiväkotitoiminta, perhepäivähoito, lasten leikkitoiminta ja kotihoidon tuki. Päiväkotihoito järjestetään siihen varatussa paikassa ja perhepäivähoitoa voidaan järjestää yksityiskodissa.

Päiväkotihoidossa ja perhepäivähoidossa olevien lasten määrästä ja henkilöstöstä

on myös laadittu tarkat ohjeet. Päiväkodissa tulee olla vähintään yksi ammatilliset kelpoisuusvaatimukset täyttävä henkilö enintään seitsemää kokopäivähoidossa olevaa kolme vuotta täyttänyttä lasta kohden. Neljää alle kolmevuotiasta lasta kohden tulee olla yksi ammatilliset ehdot täyttävä henkilö. Osapäivähoidossa olevia lapsia saa olla 13 yhtä työntekijää kohden. Jos joku lapsista tarvitsee erikoishoitoa, se on otettava huomioon henkilöstön määrässä. Päiväkotihenkilöstöstä hoito- ja kasvatustehtävissä toimivista tulee olla joka kolmannella työhön tarvittava ammatillinen pätevyys. Kunnalla on kuitenkin mahdollisuus poiketa edellä mainituista suhteista, jos lasten keskimääräiset hoitopäivät ovat jatkuvasti vähäisemmät kuin toimintapäivät.

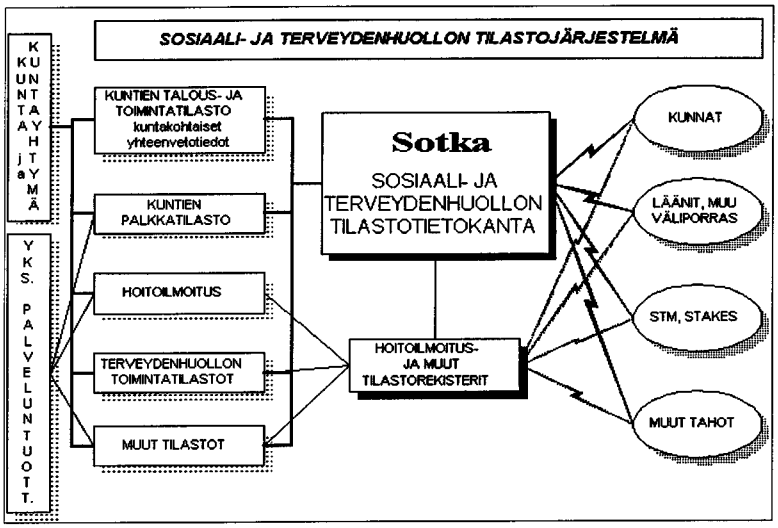
Perhepäivähoidossa voi hoitaja samanaikaisesti hoitaa enintään neljää lasta. Tähän lasketaan myös hoitajan omat alle kouluikäiset lapset mukaan. Lisäksi osapäivähoidossa voi olla yksi koulunkäynnin aloittanut tai esikoulussa oleva lapsi. Vaihtoehtoisesti perhepäivähoidossa kaksi hoitajaa saavat hoitaa kahdeksaa lasta kokopäivähoidossa ja kahta osapäivähoidossa. Erityisissä syissä voi kolme hoitajaa hoitaa 12 lasta. Jos lapsia perhepäivähoidossa on enemmän kuin neljä, tulee yhdellä perhepäivähoitajalla olla ammatillinen pätevyys.

6. Aineiston esittely

6.1 Tutkimuksessa käytetty tietokanta

DEA -menetelmän empiirisessä sovelluksessa käytetetään tietokantana **SO**siaali- ja **T**erveydenhuollon tilastotieto**KA**ntaa **SOTKA**:a. Tietokanta tarjoaa laajasti kunnittaista vertailutietoa sosiaali- ja terveydenhuollon alueelta, mutta myös yleistä taustatietoa kunnista ja väestöstä.

Sosiaali- ja terveydenhuollon tilastot uudistettiin vuoden 1994 alusta. Tärkeimpänä tavoitteena uudistukselle oli tietojen saanti kuntakohtaisena. Niiltä vaadittiin nopeaa saatavuutta ja vertailukelpoisuutta. Keskeinen väline tiedon tuottamisessa, jakelussa ja hyväksikäytössä olisi kunnittainen tilastotietokanta (Kuvio 4.1). Tältä pohjalta Sosiaali- ja terveysministeriö ja Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskus STAKES lähtivät kehittämään SOTKA:a. Näiden lisäksi johtoryhmässä olivat mukana toteuttamisesta kiinnostuneet tahot VTKK-Valtionjärjestelmät, Tilastokeskus, Kela, Suomen Kuntaliitto, Uudenmaan lääninhallitus ja Helsingin kaupunki. Tietokannan julkistaminen tapahtui toukokuussa 1995. (SOTKA käyttäjänopas, 1995.)



Kuvio 4.1. SOTKA:n rakenne (SOTKA käyttäjän opas, 1995)

6.1.1 SOTKA tietokannan sisältö

Tietokanta on rekisterityyppinen ja sisältää tietoa kaikista Suomen kunnista. Tilastojen tuottamiseen osallistuvat STAKES:n ja Sosiaali- ja terveysministeriön lisäksi Tilastokeskus, Kela ja Suomen Kuntaliitto. Tiedot kerätään kuntien talous- ja toimintatilastoista, kuntien palkkatilastoista, terveydenhuollon toimintatilastoista sekä hoitoilmoitusjärjestelmästä.

SOTKA sisältää noin 3000 muuttujaa, josta on laskettu valmiisi noin 200 tunnuslukua. Muuttujat käsittelevät seuraavia aihealueita:

- Yleiset taustatiedot kunnasta
- Väestötiedot
- Perheet ja asuminen
- Sairastavuus ja kuolleisuus
- Sosiaaliset haasteet
- Sosiaali- ja terveystoimen talous

- Sosiaali- ja terveystoimen työvoima
- Sosiaali- ja terveystoimen avopalvelujen ja niitä tukevien hoitomuotojen asiakkaat ja käytetyt palvelut
- Sosiaali- ja terveystoimen laitosten asiakkaat ja käytetyt palvelut.

Muuttujat on jaoteltu aihealueiden, tietojoukkojen ja tietoryhmien mukaan ryhmiin, joista käyttäjä voi selailemalla etsiä niitä. Käyttäjä voi myös valita valmiin asiakokonaisuuden, kuten esimerkiksi "tietoa lapsista" tai "tietoa vanhuksista". Tiedot on poimittavissa maantieteellisen aluejaon mukaan. SOTKA:ssa on valmiina jako läänien ja sairaanhoitopiirien mukaan. Käyttäjä pystyy myös määrittelemään omia poiminta-alueita. Tietokanta noudattaa vuonna 1994 ollutta tilastorakennetta. SOTKA:a on pyritty päivittämään takautuvasti vuoteen 1990 asti niiden muuttujien osalta kuin on ollut mahdollista. Vuonna 1994 tapahtuneen tilastouudistuksen takia ei kuitenkaan kaikkia tietoja saada taannehtivasti. Tiedot valitaan siis tilastovuoden, alueen ja aiheen mukaan.(SOTKA kayttäjän opas,1995)

Muuttujista on saatavissa myös lisä- ja taustatietoa. Käyttöliittymän avulla saadaan tilastotietokantaan liittyvät tilasto-ohjeet. Niissä kerrotaan tietoa mittayksiköistä, tietolähteistä, tietojen kerääjistä, päivitysajoista sekä muuttujien määrityksistä ja luokituksesta.

6.1.2 SOTKA tietokannan käyttö

Tietokannan käyttö on pyritty tekemään käyttäjälle mahdollisimman helpoksi. SOTKA:n käyttöliittymänä on Windows -pohjainen VTKK:n tietoikkuna. Sen avulla saadaan tietoverkon tai modeemin avulla yhteys SOTKA:an. Laitevaatimuksena on vähintään 486 DX2 -suorittemella varustettu mikrotietokone, jossa pitää olla keskusmuistia vähintään 8 Mb.

Tilastotietokannasta poimittujen tietojen muuttaminen jatkojalostusta vaativiin muotoihin on helppoa. Ne voidaan suoraan tallentaa taulukkolaskennan vaatimaan muotoon. Sopivassa muodossa tietoa voidaan jalostaa erillisten tilasto- tai grafiikkaohjelmistojen avulla. Tiedon saa myös muunnettua helposti DEA -menetelmän erikoisohjelmiston DEA-Warwickin muotoon, joka käsittelee aineistoa samassa muodossa kuin taulukkolaskentaohjelmatkin. SOTKA:ssa on myös itsessään suppea grafiikkaohjelma.

6.2 Tuottavuusvertailuun mukaan tulevat kunnat

Lähtökohtana tutkimukselle oli tuottaa vertailutietoa suurten kaupunkien lasten päivähoidon tuottavuudesta DEA -menetelmällä. Jos mukaan otettaisiin ainoastaan yli 50 000 asukkaan kaupungit, mukaan tulisi vain 14 kaupunkia. Vertailtavien yksiköiden pieni määrä aiheuttaa DEA -menetelmässä tehokkaiden kaupunkien määrän nousemisen, varsinkin jos mukaan otetaan useita muuttujia. Siksi tutkimuksessa päädyttiin rajaukseen, jossa mukaan otetaan yli 20 000 asukkaan kaupungit. Tämä mahdollistaa todennäköisemmin myös tehokkaiden kaupunkien löytymisen.

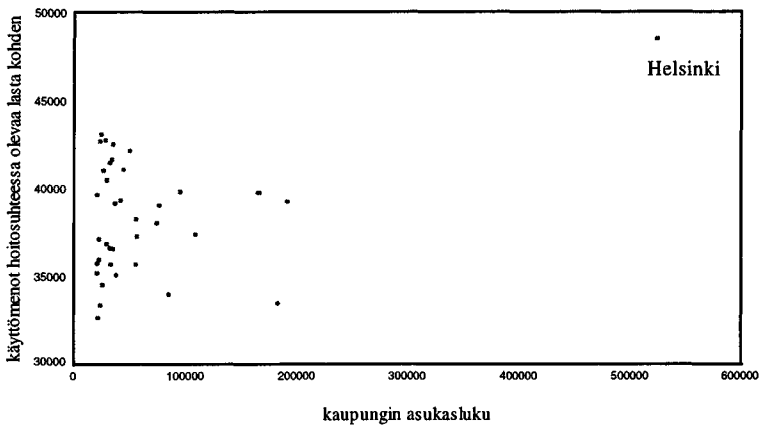
Aiemmin luvussa 3.3 tarkasteltiin mukaan tulevien vertailtavien yksiköiden valintaperusteita Golanyn ja Rollin (1989) mukaan. Kolmen pääehdon mukaan kaupunkien pitää suorittaa samankaltaisia tehtäviä samanlaisin tavoittein. Kaupunkien tulee toimia samoissa markkinaolosuhteissa. Mukaan tulevien muuttujien tulee olla identtisiä.

Päivähoidon yleiset tavoitteet ovat yhtenäiset koko maassa. Jokaisella lapsella on oikeus lain mukaan päivähoitoon vuoden 1996 alusta. Tuotettavat palvelut ovat samankaltaisia. Kaikissa kaupungeissa lapset ovat joko hoidossa päiväkodeissa tai perhepäivähoidossa. Ainoastaan muutamista kaupungeista puuttui lasten leikkitoiminta. Golanyn ja Rollin ensimmäinen ehto täyttyy kaupunkien osalta hyvin.

Päivähoito on samankaltaisen rahoitusjärjestelmän alaisena koko maassa. Vanhemmat maksavat päivähoitomaksua, joka määräytyy bruttotulojen ja perheen koon mukaan. Loput rahoituksesta tulee kaupungilta, joka koostuu muun muassa verotuksesta ja valtionosuusjärjestelmästä. Palkkausjärjestelmä on samankaltainen, koska palkat on sidottu kuntien palkkataulukoihin. Voidaankin todeta päivähoidon toimivan samankaltaisissa markkinaolosuhteissa.

Golanyn ja Rollin mukaan muuttujien pitää olla identtisiä. Käytettäessä panoksina käyttömenoja tai palkkakustannuksia ehto täyttyy. Tuotoksena käytetään yleisesti lasten hoitopäivien määrää sekä osa- että kokopäivähoidossa. Voidaan käyttää myös lasten lukumäärää toimintapäivää kohden. Tutkimuksessa identtisyysehto täyttyy muuttujien osalta.

Lisäksi aineistoa pitää tarkastella kaupunkien koon näkökulmasta. DEA -menetelmä on herkkä ulkopuolisille havainnoille. Varsinkin ongelmia tulee silloin, kun tällainen kaupunki muodostuu tehokkaaksi yksiköksi. Silloin kaikkien muidenkin tehokkuusluvut vinoutuvat. Tässä tutkimuksessa olevassa kaupunkiaineistossa on ainoastaan Helsinki selvästi muista poikkeava havainto (kuvio 6.1). Se jätetäänkin varsinaisen tuottavuusvertailun ulkopuolelle.

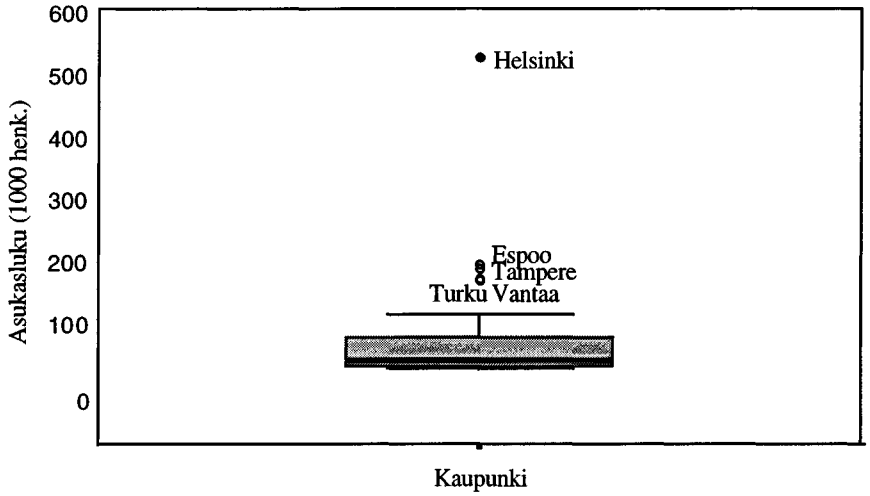


Kuvio 6.1. Päivähoidon käyttömenot mk/lapsi ja kaupungin asukasluku

Hyvin suurelle kaupungille muodostettu vertailukohta pienten kaupunkien avulla ei ota huomioon suuren kaupungin luonteesta johtuvia tuotantotavan eroja. Tällöin tehokkuusluku saattaa antaa virheellisen kuvan kaupungin todellisesta tehokkuudesta. (Martikainen 1994, s. 31)

Myös Espoo, Tampere, Vantaa ja Turku (Kuvio 6.2) ovat ulkopuolisia havaintokaupunkeja, mutta keskenään samankokoisia. Tällöin niiden mukaan ottaminen tuottavuusvertailuun DEA -menetelmällä on perusteltua, sillä vertailukohta voidaan muodostaa keskenään samankokoisten yksiköiden kanssa.

Kuviossa 6.2. harmaa laatikko kuvaa 50 prosenttia havainnoista, jotka sijoittuvat 25 prosentin 75 prosentin kvartiilin väliin. Musta poikkiviiva kuvaa asukasluvun mediaania, joka oli 35394. Keskiarvo asukasluvulle oli 68316, ja keskihajonta 89519. Nämä tunnusluvut sisältävät vielä Helsingin asukasluvun.



Kuvio 6.2. Kaupunkien asukasluvun jakauma

Taulukko 6.1. Päivähoidon tuottavuusvertailun kaupungit

Kaupunki	Päivähoito			Väestökanta		
	käyttömenot *.) (1000 mk)	lapsia 31.12. hoitosuhteessa	käyttömenot lasta kohden	Väkiluku 31.12.1995	0-6 -vuotiaat lkm 31.12.	0-6 v. osuus väestöstä (%)
Espoo	387 766	9 877	39 259	191 247	20 842	10,90
Helsinki	1 025 258	21 143	48 492	525 031	42 763	8,14
Hyvinkää	64 083	1 629	39 339	41 203	3 926	9,53
Hämeenlinna	63 753	1 552	41 078	44 891	3 902	8,69
Iisalmi	29 167	874	33 372	24 042	1 985	8,26
Imatra	39 506	952	41 498	32 057	2 387	7,45
Joensuu	80 350	1 906	42 156	50 431	4 443	8,81
Jyväskylä	131 266	3 447	38 081	74 072	6 337	8,56
Järvenpää	69 679	1 672	41 674	34 436	4 069	11,82
Kajaani	58 211	1 487	39 147	36 860	3 354	9,10
Kemi	37 395	868	43 082	24 696	1 850	7,49
Kerava	51 817	1 279	40 514	29 385	2 985	10,16
Kokkola	48 657	1 331	36 557	35 552	3 166	8,91
Kotka	79 791	2 083	38 306	55 903	4 132	7,39
Kouvola	41 119	1 123	36 615	32 078	2 479	7,73
Kuopio	123 205	3 623	34 006	84 733	7 619	8,99
Kuusankoski	25 166	715	35 197	21 494	1 754	8,16
Lahti	117 376	2 947	39 829	95 119	7 613	8,00
Lappeenranta	77 110	2 067	37 305	56 664	4 602	8,12
Mikkeli	42 794	1 198	35 721	32 812	2 668	8,13
Nokia	39 262	957	41 026	26 287	2 390	9,09
Oulu	196 249	5 245	37 416	109 094	10 692	9,80
Pori	89 128	2 281	39 074	76 627	6 191	8,08
Porvoo	33 626	848	39 653	21 155	1 986	9,39
Raisio	31 431	962	32 673	22 268	2 188	9,83
Rauma	43 716	1 245	35 113	38 162	3 004	7,87
Riihimäki	29 466	853	34 544	25 838	2 289	8,86
Rovaniemi	67 030	1 575	42 559	35 236	3 341	9,48
Salo	28 851	777	37 131	22 802	1 859	8,15
Savonlinna	42 955	1 005	42 741	28 867	2 252	7,80
Seinäjoki	44 223	1 200	36 853	29 039	2 544	8,76
Tampere	228 447	6 815	33 521	182 742	15 358	8,40
Tornio	36 203	1 007	35 951	23 156	2 258	9,75
Turku	248 899	6 256	39 786	164 744	12 554	7,62
Vaasa	101 076	2 831	35 703	55 502	4 763	8,58
Valkeakoski	21 956	614	35 759	21 168	1 465	6,92
Vantaa	329 045	8 276	39 759	166 480	17 937	10,77
Varkaus	35 169	824	42 681	24 160	1 947	8,06

*.) Päivähoidon käyttömenot ilman kotihoidon tukea.

6.3 Tutkimuksen muuttujat

6.3.1 Tuotosmuuttujat

Tuotosmuuttujiin otetaan mukaan *kunnan kustantamat palvelut* asukkailleen. Määrittely vastaa tilastokeskuksen lomakkeella kysymiä tietoja kuntien toiminta- ja taloustilastoon. Kunnan kustantamat palvelut lasketaan vähentämällä omasta tuotannosta myynnit ja lisäämällä ostot.

Kunnan kustantamat palvelut = (1+3+4+5+6) - 2

missä

1. Kunnan omat palvelut, joka tarkoittaa kunnan omissa yksiköissä tuotettuja palveluita.
2. Myydyt palvelut, joka tarkoittaa kohdasta 1. esimerkiksi muille kunnille myytyjä palveluita.
3. Valtiolta ostetut palvelut, joka tarkoittaa valtion omistamilta yksiköiltä ostettuja palveluita.
4. Kunnilta ostetut palvelut, joka tarkoittaa toisilta kunnilta ostettuja palveluita.
5. Kuntayhteisöiltä ostetut palvelut, joka tarkoittaa kaikkia kuntayhtymiltä ostettuja palveluita.
6. Muilta ostetut palvelut tarkoittaa, joka lähinnä yksityisiltä ostettuja palveluita.

1. Kokopäivähoidon hoitopäivien lukumäärä (KOHP)

Muuttuja sisältää tiedon lasten kokopäivähoidon hoitopäivien lukumäärästä päiväkodeissa ja perhepäivähoidossa vuoden aikana. Hoitopäiväksi lasketaan läsnäolopäivät. Kokopäivähoito käsittää vähintään viisi tuntia kestävän päivittäisen hoidon.

2. Osapäivähoidon hoitopäivien lukumäärä (OSHP)

Muuttuja sisältää tiedon lasten osapäivähoidon hoitopäivien lukumäärästä päiväkodeissa ja perhepäivähoidossa vuoden aikana. Osapäivähoidoksi lasketaan alle viisi tuntia kestänyt päivittäinen hoito. Mukaan otetaan kunnan kustantamat hoitopäivät asukkailleen kokopäivähoidon yhteydessä määritetyllä tavalla.

3. Leikkitoiminnan hoitopäivien lukumäärä (LEHP)

Leikkitoiminta käsittää koko- ja osavuotisen leikkikenttä- ja puistotoiminnan sekä leikkikoulut ja avoimet päiväkodit ja leikki- ja toimintavälinevuokraamot. Toimintapäiviä ovat ne päivät, jolloin toimintayksikkö on ollut avoinna.

Leikkitoiminnan osalta tietoa oli saatavissa ainoastaan leikkitoiminnan piirissä keskimäärin toimintapäivänä olleiden lasten lukumäärästä. Keskimääräinen toimintapäiväkohtainen lasten lukumäärä on muutettu koko vuotta kattavaksi hoitopäivien lukumääräksi. Lisätietona on käytetty Jyväskylän kaupungin lasten päivähoidon leikkitoiminnassa ollutta keskimääräistä toimintapäivien lukumäärää, joka oli 243.

Taulukko 6.2. Hoitopäivämuuttujien tunnuslukuja

	KOHP	OSHP	LEHP
keskiarvo	333 208	56 004	37 678
keskihajonta	334 741	67 894	71 778
mediaani	200 442	25 063	8 991
minimi	77 063	8 170	0
maksimi	1 509 116	324 721	381 510

KOHP = Kokopäivähoidon hoitopäivien lukumäärä vuonna 1995
OSHP = Osapäivähoidon hoitopäivien lukumäärä vuonna 1995
LEHP = Leikkitoiminnan hoitopäivien lukumäärä vuonna 1995

SOTKA tietokannassa hoitopäivätiedot olivat saatavissa ainoastaan jaettuina koko- ja osapäivähoidon hoitopäiviin. Tietoja ei ollut käytettävissä miten hoitopäivät jakaantuivat päiväkotien ja perhepäivähoidon välillä. Siksi tutkimukseen otettiin mukaan tuotosmuuttujiksi myös hoidossa olleiden lasten määrät vuoden 1995 lopussa. Tällöin jako voitiin suorittaa myös koko- ja osapäivähoidossa olleiden lasten välillä myös päiväkotien ja perhepäivähoidon suhteen.

4. Lapsia kokopäivähoidossa päiväkodeissa 31.12.1995

5. Lapsia osapäivähoidossa päiväkodeissa 31.12.1995

6. Lapsia kokopäivähoidossa perhepäivähoidossa 31.12.1995

7. Lapsia osapäivähoidossa perhepäivähoidossa 31.12.1995

8. Lapsia leikkitoiminnan piirissä keskimäärin toimintapäivänä 1995

Taulukko 6.3. Hoidossa olevin lasten -muuttujien tunnuslukuja

	KOPK	OSPK	KOPPH	OSPPH	LEIKTP
keskiarvo	1 429	365	416	64	155
keskihajonta	1 608	366	261	70	295
mediaani	782	229	332	40	37
minimi	287	55	144	8	0
maksimi	6 629	1 732	1 240	315	1 570

KOPK = Lapsia kokopäivähoidossa päiväkodeissa
OSPK = Lapsia osapäivähoidossa päiväkodeissa
KOPPH = Lapsia kokopäivähoidossa perhepäivähoidossa
OSPPH = Lapsia osapäivähoidossa perhepäivähoidossa
LEIKTP = Lapsia leikkitoiminnan piirissä keskimäärin toimintapäivänä

6.3.2 Panosmuuttujat

1. Lasten päivähoidon käyttömenot vuonna 1995

Käyttömenot ovat päivähoidon bruttomenoja. Menoista poistetaan lasten kotihoidon tuen osuus, jotta pystyttäisiin tarkastelemaan pelkästään päiväkoti, perhepäivähoito ja lasten leikkitoimintaa.

Taulukko 6.4. Lasten päivähoidon käyttömenojen jakauman tunnuslukuja

	KÄYTTÖMENOT
keskiarvo	86 890
keskihajonta	85 485
mediaani	51 817
minimi	21 956
maksimi	387 766

2. Lasten päiväkotien henkilöstön määrä vuonna 1995

3. Kunnallisten perhepäivähoitajien määrä vuonna 1995

Työvoimatiedot ilmoittavat poikkileikkaustilanteen lokakuun alussa. Tilaston laadinta perustuu kuntien kuukausipalkkaisten rekisteriin. Tiedot sisältävät sekä kokoaikaiset että osa-aikaiset työntekijät. Tietojen keräyksestä vastaa Tilastokeskus. Taulukossa 6.5 joitain tunnuslukuja, jotka kuvaavat henkilöstö muuttujien jakaumaa.

Taulukko 6.5. Lasten päivähoidon henkilöstön jakauman tunnuslukuja

	PKHLO	PPHLO
keskiarvo	358.61	110.33
keskihajonta	370.95	76.14
mediaani	209	89
minimi	74	9
maksimi	1 399	343

PKHLO = Päiväkotihenkilöstön määrä
PPHLO = Kunnallisten perhepäivähoitajien määrä

7. Tuottavuusanalyysin tulokset

Tuottavuusanalyysi suoritettiin DEA -menetelmällä kolmella eri muuttujayhdistelmää sisältävällä mallilla. Kaikissa malleissa tehokkuusluvut laskettiin sekä vakio- että muuttuvien skaalatuottojen mukaan. Vakioskaalatuotto-oletuksen mukaiset tuottavuusluvut (CRS) pitävät sisällään sekä teknisen tehokkuuden että skaalatehokkuuden. Lisäksi siinä oletetaan ettei kaupungin koolla ole vaikutusta tuottavuuteen. Muuttuvien skaalatuottojen (VRS) malli sisältää ainoastaan teknisen tehokkuuden mukaiset tuottavuusluvut. Kaikissa malleissa vertailtavia kaupunkeja tarkasteltiin panosten minimointinäkökannan mukaan.

7.1 Käyttömenot panosmuuttujana

malli 1.

Panosmuuttuja:	lastenpäivähoidon käyttömenot vuonna 1995 ilman kotihoidon tukea.
Tuotosmuuttujat:	kokopäivähoidon hoitopäivien lukumäärä vuonna 1995
	osapäivähoidon hoitopäivien lukumäärä vuonna 1995
	lasten leikkitoiminnassa ns. hoitopäiviä vuonna 1995
Vertailtavat kaupungit:	Kaikki yli 20 000 asukkaan kaupungit (ei Helsinki, Vaasa)

Skaalaoletus:	vakio-/ muuttuvat skaalatuotot
Näkökanta:	panoksia minimoiva

Mallissa yksi panosmuuttujana käytettiin lasten päivähoidon käyttömenoja vuonna 1995 tuottavuutta tarkastellaan koko- ja osapäivähoidon sekä lasten leikkitoiminnan näkökulmasta. Tuotosmuuttujina ovat kokopäivähoidon hoitopäivien lukumäärä päiväkodeissa ja perhepäivähoidossa sekä perhepäivähoidon kokopäivähoidon ja osapäivähoidon hoitopäivien lukumäärä. Kolmantena tuotosmuuttujana käytettiin lasten keskimääräistä lukumäärää leikkitoiminnassa toimintapäivänä. Tämä jouduttiin kuitenkin muuttamaan vertailukelpoiseksi hoitopäivämuuttujien kanssa. Apuna käytettiin Jyväskylän kaupungin toimintapäivien määrää, joka oli 243. Kaupunkikohtaiset toimintapäivien määrät eivät olleet tarkistettavissa. Tämä saattaa aiheuttaa tuloksissa epävarmuutta. Siksi tuloksia pitää tarkastella kriittisesti.

Helsinki jätettiin pois suuren kokonsa vuoksi. Vaasa jouduttiin jättämään pois, koska sen hoitopäivien määrä oli SOTKA -tietokannassa liian suuri. Virheellisten tietojen käyttäminen aiheuttaa koko mallin vinoutumisen silloin, kun virheelliset tiedot ovat kaupungilla, joka muodostuu tehokkaaksi yksiköksi.

Taulukko 7.1. Kaupunkien tuottavuusluvut, kun käyttömenot olivat panosmuuttujana ja lasten hoitopäivät tuotoksina (malli 1).

kaupunki	CRS	VRS
KOKKOLA	1,00	1,00
KOUVOLA	1,00	1,00
PORI	1,00	1,00
RAISIO	1,00	1,00
RIIHIMÄKI	1,00	1,00
TAMPERE	1,00	1,00
VALKEAKOSKI	1,00	1,00

ESPOO	0,99	1,00
KERAVA	0,95	1,00
MIKKELI	0,95	0,99
JYVÄSKYLÄ	0,91	0,91
LAPPEENRANTA	0,88	0,89
IISALMI	0,87	0,95
SALO	0,87	0,95
RAUMA	0,87	0,91
KUUSANKOSKI	0,86	0,96
TURKU	0,86	0,90
KUOPIO	0,86	0,88
PORVOO	0,82	0,87
ROVANIEMI	0,81	0,87
HYVINKÄÄ	0,81	0,83
SEINÄJOKI	0,81	0,83
VANTAA	0,79	0,97
LAHTI	0,79	0,89
JOENSUU	0,79	0,86
KOTKA	0,79	0,79
NOKIA	0,79	0,79
OULU	0,78	0,90
VARKAUS	0,78	0,82
JÄRVENPÄÄ	0,77	0,83
HÄMEENLINNA	0,76	0,81
TORNIO	0,76	0,80
IMATRA	0,75	0,77
KAJAANI	0,72	0,73
SAVONLINNA	0,72	0,73
KEMI	0,67	0,72

CRS = vakioskaalatuotot -oletus
VRS = muuttuvat skaalatuotot -oletus

Taulukon 7.1. tuottavuusluvut kertovat kuinka paljon kaupunkien pitäisi pystyä prosentuaalisesti pienentämään käyttömenoja, jotta ne olisivat yhtä tuottavia kuin tehokkuusrintamalla olevat kaupungit (tuottavuusluku 1.00).

Tuottavuusluvut ovat laskettu sekä vakioskaalatuottojen että muuttuvien skaalatuottojen oletuksen mukaan. Muuttuvilla skaalatuotoilla tuotannollisesti tehokkaiden kaupunkien lukumäärä nousee. Se onkin DEA -menetelmälle tyypillistä. Varsinkin suurilla kaupungeilla tuottavuusluvut kohoavat. Vantaa on tästä hyvä esimerkki (0.79 → 0.97). Vakioskaalatuottojen vallitessa tehokkaita kaupunkeja oli 7 kappaletta ja muuttuvilla skaalatuotoilla 9 kappaletta. Kummallakin skaalatuotto -oletuksella tehokkuusrintamalle tulee sekä pieni että suuria kaupunkeja. Taulukossa 7.2. on kummankin skaalatuotto-oletuksen mukaisten tuottavuuslukujen jakauman tunnuslukuja.

Taulukko 7.2. Tuottavuuslukujen CRS ja VRS -jakaumien tunnuslukuja (malli 1).

	tuottavuus	
tunnusluku	CRS	VRS
keskiarvo	0.86	0.89
keskihajonta	0.09	0.09
mediaani	0.84	0.90
minimi	0.67	0.72
maksimi	1.00	1.00
tehokkaita kaupunkeja	7	9

Kaupunkien keskimääräinen suhteellinen tuottavuus oli 86 prosenttia, kun tarkasteltiin vakioskaalatuotto -oletuksen (CRS) mukaisia tuottavuuslukuja mukana olleissa 36 kaupungissa. Tällöin menetelmään liittyy oletus ettei kaupungin koko vaikuta tuottavuuteen. Kaupunkien päivähoidon hoitopäivien tuottamiseen olisi riittänyt 86 prosenttia käytetyistä resursseista vuonna 1995, kun kaikkien kaupunki-

en päivähoito olisi toiminut yhtä tehokkaasti kuin parhaimman tuttavuuden kaupungeissa.

Suoritettaessa varsinaiset DEA -ajot Warwick Windows DEA -ohjelmistolla, saadaan tuottavuuslukujen lisäksi myös jokaisen kaupungin osalta muuttujakohtainen erittely. Siitä selviää kunkin muuttujan osalta tavoite, johon voidaan pyrkiä, jotta oltaisiin yhtä tehokkaita kuin tehokkuusrintamalla olevat kaupungit. Samalla saadaan myös lambda -arvot, jotka antavat neuvoa päätöksiä tehtäessä. Käytettäessä muuttuvia skaalatuottoja lambda -arvot kertovat, mikä tehokkaista kaupungeista on lähimpänä vertailtavaa kaupunkia. Silloin arvoista voidaan päätellä, minkä tehokkaan kaupungin toimintaan kannattaisi kiinnittää huomiota, kun omassa kaupungissa tehdään päätöksiä. On kuitenkin huomattava, että tuloksiin pitää suhtautua kriittisesti, mutta ne voivat myös tarkkaan harkittuna antaa tärkeää tietoa. Taulukoissa 7.3. ja 7.4 esimerkkinä käytetään Jyväskylän kaupungin arvoja. Liitteessä yksi on muiden kaupunkien muuttujakohtaiset arvot.

Taulukko 7.3. Jyväskylän kaupungin tavoitteet muuttujittain (malli 1,VRS).

Tavoitteet JYVÄSKYLÄ tehokkuus 91.00%

MUUTTUJAT	TODELLINEN	TAVOITE	PARANNETTAVAA	SAAVUTETTU
-KMENOT	131266.0	119451.5	9.0%	91.0%
+KOHP	448857.0	448857.0	0.0%	100.0%
+OSHP	114095.0	114095.0	0.0%	100.0%
+LEHP	98172.0	98172.0	0.0%	100.0%

KMENOT = Päivähoidon käyttömenot ilman kotihoidon 1995 (1000 mk)
KOHP = Kokopäivähoidon hoitopäivien lukumäärä vuonna 1995
OSHP = Osapäivähoidon hoitopäivien lukumäärä vuonna 1995
LEHP = Leikkitoiminnan hoitopäivien lukumäärä vuonna 1995

Jyväskylän päivähoidon osalta parannettavaa on ainoastaan käyttömenojen osalta 9 prosenttia eli markoissa se on noin 12 miljoonaa. Tuotosmuuttujat ovat optimaalisissa arvoissaan verrattuna muihin kaupunkeihin.

Pori, Tampere, Kouvola ja Riihimäki (taulukko 7.4.) ovat tehokkuusrintamalla olevia kaupunkeja. Näiden kaupunkien avulla muodostetaan Jyväskylän vertailupiste tehokkuusrintamalle ja tuottavuusluku määräytyy. Mitä suurempi lambda -arvo kaupungilla on sitä enemmän kaupungin panos/tuotos -rakenne muistuttaa Jyväskylän vastaavaa rakennetta.

Taulukko 7.4. Jyväskylän kaupungin päivähoidon vertailukaupungit ja lambda arvot (malli 1, VRS).

JYVÄSKYLÄN vertailukaupungit	LAMBDA
PORI	0.663
TAMPERE	0.250
KOUVOLA	0.059
RIIHIMÄKI	0.028

Tämän perusteella Jyväskylän kaupungin päivähoidon tuottavuutta kehitettäessä kannattaa kiinnittää huomiota miten Porissa (0.663) ja Tampereella (0.250) on päivähoito järjestetty.

malli 2.

Panosmuuttuja:	lastenpäivähoidon käyttömenot vuonna 1995 ilman kotihoidon tukea.
Tuotosmuuttujat:	lapsia päiväkodeissa 31.12.1995
	lapsia perhepäivähoidossa 31.12.1995
	lapsia leikkitoiminnassa keskimäärin toimintapäivänä
Vertailtavat kaupungit:	Kaikki yli 20 000 asukkaan kaupungit (ei Helsinki)
Skaalaoletus	vakio-/ muuttuvat skaalatuotot
Näkökanta:	panoksia minimoiva

Mallissa kaksi päiväkotitoiminta ja perhepäivähoito erotettiin toisistaan. Hoitopäivätietoja ei ollut käytettävissä erikseen päiväkotien ja perhepäivähoidon osalta.

Siksi tuotosmuuttujina käytettiin hoidossa olleiden lasten lukumäärää vuoden 1995 lopussa. Kolmantena tuotosmuuttujana oli lapsia leikkitoiminnassa keskimäärin toimintapäivänä vuonna 1995.

Taulukko 7.5. Kaupunkien tuottavuusluvut, kun käyttömenot olivat panosmuuttujana ja lasten lukumäärät tuotoksina (malli 2)

kaupunki	CRS	VRS
IISALMI	1,00	1,00
RAISIO	1,00	1,00
RIIHIMÄKI	1,00	1,00
TAMPERE	1,00	1,00
PORI	0,99	1,00
KUOPIO	0,97	1,00
ESPOO	0,95	1,00
KERAVA	0,95	1,00
KUUSANKOSKI	0,94	1,00
RAUMA	0,94	0,95
VAASA	0,93	1,00
TURKU	0,93	0,96
MIKKELI	0,93	0,95
VALKEAKOSKI	0,92	1,00
TORNIO	0,92	0,94
KOUVOLA	0,92	0,92
KOKKOLA	0,91	0,97
JYVÄSKYLÄ	0,89	0,96
SEINÄJOKI	0,89	0,91
OULU	0,89	0,90
LAPPEENRANTA	0,89	0,89
SALO	0,88	0,92
KOTKA	0,87	0,88

VANTAA	0,84	0,96
PORVOO	0,84	0,90
HYVINKÄÄ	0,84	0,86
KAJAANI	0,84	0,84
LAHTI	0,84	0,84
HÄMEENLINNA	0,81	0,81
NOKIA	0,80	0,83
JÄRVENPÄÄ	0,79	0,80
IMATRA	0,79	0,79
JOENSUU	0,79	0,79
ROVANIEMI	0,78	0,78
KEMI	0,77	0,83
VARKAUS	0,77	0,79
SAVONLINNA	0,77	0,77

CRS = vakioskaalatuotot -oletus
VRS = muuttuvat skaalatuotot -oletus

Taulukon 7.5. tuottavuusluvut kertovat kuinka paljon kaupunkien pitäisi pystyä prosentuaalisesti pienentämään käyttömenoja, jotta ne olisivat yhtä tuottavia kuin tehokkuusrintamalla olevat kaupungit (tuottavuusluku 1.00).

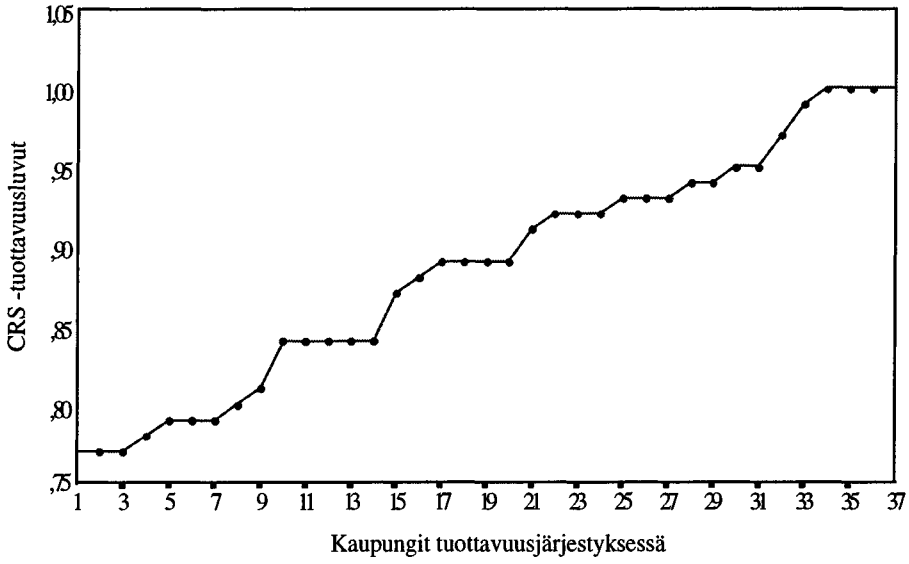
Tuottavuusluvut ovat laskettu sekä vakioskaalatuottojen että muuttuvien skaalatuottojen oletuksen mukaan. Muuttuvilla skaalatuotoilla tuotannollisten tehokkaiden kaupunkien lukumäärä nousee myös tässä mallissa. Lähes kaikkien kaupunkien tuottavuusluvut kohoavat, mutta eniten suurten kaupunkien, kuten Espoon ja Vantaan. Vakioskaalatuottojen vallitessa tehokkaita kaupunkeja oli 4 kappaletta ja muuttuvilla skaalatuotoilla 11 kappaletta.

Kummallakin skaalatuotto-oletuksella tuottavuuslukujen vaihteluväli oli 0.77 - 1.00. Tuottavuusluvut noudattivat normaalijakaumaa ja hajonta oli varsin pieni.

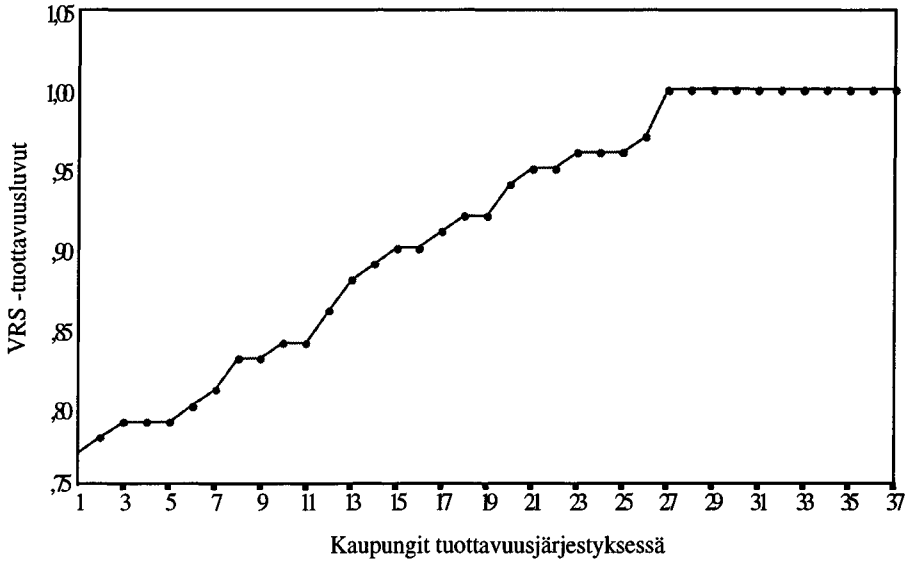
Savonlinna ja Varkaus olivat kummallakin mittaustavalla tehottomimmat kaupungit. Taulukossa 7.6 on kummankin skaalatuotto-oletuksen mukaan laskettujen tuottavuuslukujen tunnuslukuja. Kuviot 7.1 ja 7.2 kuvaavat tuottavuuslukujen jakaumia, kun kaupungit ovat järjestetty tuottavuusjärjestykseen.

Taulukko 7.6. Tuottavuuslukujen CRS ja VRS -jakaumien tunnuslukuja (malli 2).

	tuottavuus	
tunnusluku	CRS	VRS
keskiarvo	0.89	0.91
keskihajonta	0.07	0.08
mediaani	0.89	0.92
minimi	0.77	0.77
maksimi	1.00	1.00
tehokkaita kaupunkeja	4	11



Kuvio 7.1. Kaupunkien tuottavuusluvun jakauma oletettaessa vakioskaalatuotot (malli 2)



Kuvio 7.2. Kaupunkien tuottavuusluvun jakauma oletettaessa muuttuvat skaalatuotot (malli 2)

Jyväskylän kaupungin suhteellinen tuottavuus 96.2 prosenttia, kun käytetään mallin 2 mukaista muuttujayhdistelmää. Käyttömenoissa olisi siis 3.8 prosentin suuruinen pienennystavoite, jotta Jyväskylä olisi yhtä tehokas kuin sen DEA -menetelmän mukaiset vertailukaupungit (taulukko 7.8.). Markoissa tavoite olisi noin 5 miljoonaa. Muiden kaupunkien tavoitekohtaiset arvot ovat liitteessä 2.

Taulukko 7.7. Jyväskylän kaupungin tavoitteet muuttujittain (malli 2,VRS)

Tavoitteet JYVÄSKYLÄ suhteellinen tuottavuus 96.19%

MUUTTUJAT	TODELLINEN	TAVOITE	PARANNETAVAA	SAAVUTETTU
-KMENOT	131266.0	126267.3	3.8%	96.2%
+LEIKTP	404.0	404.0	0.0%	100.0%
+PK	2667.0	2667.0	0.0%	100.0%
+PPH	780.0	780.0	0.0%	100.0%

KMENOT = Lasten päivähoidon käyttömenot vuonna 1995
LEIKTP = Lapsia leikkitoiminnassa keskimäärin toimintapäivänä 1995
PK = Lapsia päiväkodeissa 31.12.1995
PPH = Lapsia perhepäivähoidossa 31.12.1995

Taulukko 7.8. Jyväskylän kaupungin päivähoidon vertailukaupungit ja lambda arvot (malli 2,VRS)

JYVÄSKYLÄN vertailukaupungit	LAMBDA
VAASA	0.471
RIIHIMÄKI	0.318
ESPOO	0.133
TAMPERE	0.078

Mallissa 2 Jyväskylän tuottavuusluku määräytyy Vaasan, Riihimäen, Espoon ja Tampereen mukaan. Varsinkin Vaasan (0.471) panos/tuotos -yhdistelmä on Jyväskylän kaltainen ja sen toimintamalleista saattaisi olla Jyväskylän päivähoitoa kehitettäessä hyötyä.

7.2 Työvoima panosmuuttujana

malli 3.

Panosmuuttuja:	lasten päiväkotihenkilöstö vuonna 1995
	kunnallisia perhepäivähoitajia vuonna 1995
Tuotosmuuttujat:	lapsia kokopäivähoidossa päiväkodeissa
	lapsia osapäivähoidossa päiväkodeissa
	lapsia kokopäivähoidossa perhepäivähoidossa
	lapsia osapäivähoidossa perhepäivähoidossa
Vertailtavat kaupungit:	Kaikki yli 20 000 asukkaan kaupungit (ei Helsinki, Porvoo)

Skaalaoletus: vakio-/ muuttuvat skaalatuotot
Näkökanta: panoksia minimoiva

Tässä mallissa kokeiltiin henkilöstön lukumäärän soveltuvuutta panosmuuttujaksi. Panoksina käytettiin päiväkotihenkilöstön ja perhepäivähoitajien määrää. Tuotosmuuttujina käytettiin laten määrää päikodeissa kokopäivähoidossa ja osapäivähoidossa sekä lasten määrää perhepäivähoidossa kokopäivähoidossa ja osapäivähoidossa.

Helsinki jätettiin tutkimuksesta pois suuren kokonsa vuoksi ja Porvoon kaupungista ei ollut saatavissa henkilöstötietoja. Mallilla pyritään selvittämään kaupunkien päivähoidon tuottavuutta henkilöstön ja hoidossa olleiden lasten määrän avulla. Tuotosmuuttujat on jaettu koko- ja osapäivähoidossa olleisiin lapsiin sekä päiväkodeissa että perhepäivähoidossa.

Taulukko 7.9. Kaupunkien tuottavuusluvut, kun henkilöstö oli panosmuuttujina ja lasten lukumäärät tuotoksina (malli3).

kaupunki	CRS	VRS
ESPOO	1,00	1,00
HYVINKÄÄ	1,00	1,00
IISALMI	1,00	1,00
KEMI	1,00	1,00
KOUVOLA	1,00	1,00
KUOPIO	1,00	1,00
KUUSANKOSKI	1,00	1,00
TORNIO	1,00	1,00
TURKU	1,00	1,00
VAASA	1,00	1,00
SEINÄJOKI	0,99	1,00

MIKKELI	0,96	0,96
RIIHIMÄKI	0,94	0,97
KOTKA	0,94	0,96
OULU	0,94	0,95
KOKKOLA	0,94	0,94
ROVANIEMI	0,92	0,92
KERAVA	0,90	0,91
NOKIA	0,90	0,91
VANTAA	0,86	1,00
TAMPERE	0,85	0,89
LAHTI	0,85	0,88
JYVÄSKYLÄ	0,85	0,86
JÄRVENPÄÄ	0,84	0,85
RAISIO	0,82	0,82
LAPPEENRANTA	0,81	0,86
PORI	0,80	0,80
VARKAUS	0,79	0,83
IMATRA	0,79	0,80
HÄMEENLINNA	0,78	0,79
SAVONLINNA	0,77	0,78
SALO	0,76	0,79
RAUMA	0,75	0,76
VALKEAKOSKI	0,72	0,87
JOENSUU	0,72	0,72
KAJAANI	0,71	0,72

CRS = vakioskaalatuotot -oletus
VRS = muuttuvat skaalatuotot -oletus

Mallissa kolme tulokset ajettiin myös vakio- ja muuttuvien skaalatuottojen mukaan, kuten edellisissäkin malleissa. Tehokkaiden kaupunkien määrä nousi tässä mallissa kymmenestä kahteentoista, kun skaalatuotto-oletusta vaihdettiin. Suurista

kaupungeista tehokkaita olivat Turku, Espoo ja Kuopio kummallakin oletuksella. Tehottomimpia olivat Joensuu ja Kajaani.

Taulukko 7.10. Tuottavuuslukujen CRS ja VRS -jakaumien tunnuslukuja (malli 3)

	tuottavuus	
tunnusluku	CRS	VRS
keskiarvo	0.89	0.90
keskihajonta	0.10	0.09
mediaani	0.90	0.92
minimi	0.71	0.72
maksimi	1.00	1.00
tehokkaita kaupunkeja	10	12

Tarkasteltaessa kummankin skaalatuotto-oletuksen tuottavuuslukujen jakaumaa tunnuslukujen avulla (Taulukko 7.10.), huomataan niiden olevan melko samanlaisia. Keskimääräiset tuottavuusluvut olivat 0.89 (CRS) ja 0.90 (VRS) 36 kaupungin joukossa. Tämä tarkoittaisi sitä, että kaupungit keskimäärin voisivat tuottaa lasten päivähoitopalvelut noin 10 % pienemmällä henkilöstömäärällä, jos toimisivat yhtä tehokkaasti kuin tuottavimmat kaupungit. Tuloksiin pitää suhtautua kuitenkin kriittisesti, sillä henkilöstötiedot sisältävät kaikki vakituiset ja osa-aikaiset työntekijät. Tietojen kuntakohtainen tarkistaminen olisi kuitenkin mahdotonta. Henkilöstön määrä saattaa myös vaihdella kunnittain, koska joissain kunnissa on erityispäivähoitoa enemmän kuin toisissa. Erityispäivähoitoa ei voitu huomioida tässä tutkimuksessa.

Taulukossa 7.11. on esitetty mallin 3 mukaiset tavoitteet muuttujittain Jyväskylän kaupungin lasten päivähoidolle. Skaalatuotto-oletuksena ovat muuttuvat skaalatuotot, joka kuvaa puhtaasti teknistä tehokkuutta. Tulosten ajaminen suoritetaan panosten minimointinäkökantaa noudattaen.

Taulukko 7.11. Jyväskylän kaupungin tavoitteet muuttujittain (malli 3, VRS)

Tavoitteet JYVÄSKYLÄ		suhteellinen tuottavuus		86.21%
MUUTTUJAT	TODELLINEN	TAVOITE	PARANNETAVAA	SAAVUTETTU
-PKHLO	507.0	437.1	13.8%	86.2%
-PPHLO	188.0	162.1	13.8%	86.2%
+KOPPH	656.0	656.0	0.0%	100.0%
+KOPK	2099.0	2099.0	0.0%	100.0%
+OSPK	568.0	657.6	15.8%	86.4%
+OSPPH	124.0	124.0	0.0%	100.0%

PKHLO = Päiväkotihenkilöstön määrä (panos)
PPHLO = Kunnallisten perhepäivähoitajien määrä (panos)
KOPK = Lapsia kokopäivähoidossa päiväkodeissa (tuotos)
OSPK = Lapsia osapäivähoidossa päiväkodeissa (tuotos)
KOPPH = Lapsia kokopäivähoidossa perhepäivähoidossa (tuotos)
OSPPH = Lapsia osapäivähoidossa perhepäivähoidossa (tuotos)

Tuloksista voidaan havaita, että Jyväskylän päivähoidon pitäisi pystyä tuottamaan samat palvelut 86.2 prosentilla nykyisestä henkilöstömäärästä. Panosrakennetta muutettaessa Jyväskylän pitäisi vähentää sekä päiväkotihenkilöstöä että perhepäivähoitajien määrää 13.8 prosenttia. Näiden panosmäärien vähentämisen jälkeen pitäisi päiväkodeissa pystyä tuottamaan 15.8 prosenttia enemmän lasten osapäivähoitoa muiden tuotosten lisäksi, kun tilannetta verrataan Jyväskylän DEA -menetelmän mukaisiin vertailukaupunkeihin. Jyväskylän alhaiset tuottavuusluvut johtuvat siitä, että kaupungissa on erityispäivähoitoa muita kaupunkeja enemmän.

Jyväskylän kaupungin tuottavuusluku määräytyvät taulukon 7.12. kuntien mukaan. Nämä viisi kaupunkia määräävät Jyväskylän vertailupisteen tehokkuusrintamalla. Nämä ovat suhteellisesti parhaan tuottavuuden omaavia kaupunkeja ja sijaitsevat itse tehokkuusrintamalla. Jos Jyväskylässä tehtäisiin henkilöstön määrää koskevia päätöksiä, kannattaisi kiinnittää huomiota Tornion (0.582) ja Espoon (0.251) toimintatapoihin. Myös Kuopiota (0.085) kannattaa tarkastella, koska se on asukasmäärältään lähellä Jyväskylää.

Taulukko 7.12. Jyväskylän kaupungin päivähoidon vertailukaupungit ja lambda arvot (malli3, VRS)

JYVÄSKYLÄN vertailukaupungit	LAMBDA
TORNIO	0.582
ESPOO	0.251
KUOPIO	0.085
VAASA	0.049
KEMI	0.034

Tässä mallissa henkilöstön lukumäärää ei voida pitää hyvänä panosmuuttujana. Sen avulla ei pystytä ottamaan erityispäivähoidon henkilöstöä huomioon, sillä se sitoo normaalipäivähoitoa enemmän työvoimaa.

7.3 Yhteenveto käytetyistä muuttujayhdistelmistä

Tutkimuksessa käytettiin kolmea eri mallia, koska haluttiin saada riittävän monipuolinen näkökulma lasten päivähoidon tuottavuuteen. Erilaisilla muuttujayhdistelmillä voidaan katsoa tilannetta hiukan eri suunnista. DEA -menetelmän heikkous on se, että sen avulla ei saada tuottavuusluvuille luottamusvälejä, koska DEA on optimointimenetelmä eikä tilastollinen menetelmä. Siksi pelkästään yhden mallin avulla ei pitäisi tehdä liian pitkälle meneviä johtopäätöksiä kaupunkien tuottavuudesta. Sen sijaan, jos sama kaupunki on usealla eri muuttujayhdistelmällä tehoton tai vastaavasti tehokas, voidaan tuottavuudesta tehdä johtopäätöksiä.

Tässä tutkimuksessa kaupunkeja, jotka toimivat suhteellisesti tehottomasti kaikissa kolmessa eri mallissa olivat esimerkiksi Savonlinna, Kajaani, Imatra ja Hämeenlinna. Suhteellisesti tuottavia kaupunkeja olivat Espoo, Tampere ja Vaasa. Pienemmistä kaupungeista Riihimäki menestyi vertailussa myös hyvin.

Kaupunkien keskinäisellä järjestyksellä eri muuttujayhdistelmissä oli eroja. Se vuoksi tuloksia pitää tarkastella kriittisesti. Mallit yksi ja kaksi olivat järjestyksen osalta keskenään melko samanlaisia, mutta malli kolme erosi merkittävästi kummastakin. Tämä johtui erilaisista panosmuuttujista. Malleissa yksi ja kaksi panosmuuttujana oli lasten päivähoidon käyttömenot ja mallissa kaksi henkilöstön määrä.

Kaupunkien keskinäisen järjestyksen riippuvuutta eri malleissa mitattiin Speamanin järjestyskorrelaatiokertoimella (taulukko 7.13.). Suurin korrelaatiokerroin (0.8081) oli mallien yksi ja kaksi välillä, kun käytettiin muuttuvien skaalatuottojen oletusta. Vakioskaalatuotoilla korrelaatiokerroin oli 0.7758. Mallin kolme korrelaatiokertoimet olivat alhaisia sekä mallin yksi että mallin kaksi kanssa.

Taulukko 7.13. Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimet eri muuttujayhdistelmien välillä

	Malli 1, CRS	Malli 2, CRS	Malli 3, CRS	Malli 1, VRS	Malli 2, VRS	Malli 3, VRS
Malli 1, CRS	1.0000					
Malli 2, CRS	0.7758	1.0000				
Malli 3, CRS	0.1272	0.3211	1.0000			
Malli 1, VRS	0.9131	0.7630	0.1191	1.0000		
Malli 2, VRS	0.7729	0.9293	0.3248	08081	1.0000	
Malli 3, VRS	0.1424	0.3033	0.9444	0.1698	0.3769	1.0000

Kertoimista voidaan päätellä, että skaalatuotto-oletuksen vaihtaminen ei vaikuta paljoakaan kaupunkien keskinäiseen järjestykseen samalla muuttujayhdistelmällä. Varsinkin mallissa kolme, jossa panosmuuttujana oli henkilöstömäärä, järjestyskorrelaatiokerroin on korkea eli 0.94. Kahdessa muussakin mallissa kerroin on suurempi kuin 0.9 eri oletusten välillä.

8. Yhteenveto

Taloudellisen laman ja sitä seuranneiden säästötoimien vaikutuksesta erilaisia tuottavuusvertailuja on 90-luvulla alettu tehdä yhä enemmän. DEA -menetelmän on todettu soveltuvan varsinkin julkisella sektorilla tähän hyvin. Tässä tutkimuksessa selvitettiin DEA -menetelmän soveltuvuutta tuottavuuden määrittämiseen Sosiaali- ja terveystoimessa. Menetelmää sovellettiin käytännössä lasten päivähoidon tuottavuusvertailuun suurissa kaupungeissa.

DEA -menetelmän hyvinä puolina voidaan pitää useiden panosten ja tuotosten samanaikaista tarkastelua. Silloin tuottavuutta ei tarvitse määrittää ainoastaan yhden tuotoksen ja panoksen avulla kerrallaan, vaan samaan malliin voidaan ottaa useita eri muuttujapareja. Tuotos- ja panosmuuttujina voidaan käyttää niiden lukumäärätietoja. Panoksinakaan ei tarvitse käyttää välttämättä markkamääräisiä tietoja.

Etuna voidaan myöskin pitää ettei tuotoksia ja panoksia tarvitse etukäteen painottaa. Menetelmä pyrkii esittämään kunkin yksikön, siis tässä tutkimuksessa kaupungin, mahdollisimman tehokkaana. Silloin jokaiselle kaupungille annetaan omat painot muuttujittain. Rajoituksena on ettei vertailtavan yksikön tuottavuusluku ole ykköstä suurempi.

Menetelmän avulla saadaan kullekin tehottomalle kaupungille vertailuryhmä, jonka avulla niiden tuottavuusluku määräytyy. Vertailuryhmän kaupunkien panos-tuotos -yhdistelmä on lähellä tehotonta yksikköä, kun käytetään muuttuvien skaalatuotto-

jen mallia. Silloin tuottavuusluku kuvaa pelkästään teknistä tehokkuutta. DEA -menetelmä antaa muuttujakohtaisesti tehottomalle kaupungille tavoitearvot. Ne kuvaavat kuinka paljon kunkin muuttujan arvoja pitäisi muuttaa, jotta kaupunki olisi yhtä tehokas kuin suhteellisesti tuottavat vertailukaupungit. Näiden ominaisuuksien ansioista DEA -menetelmä soveltuu hyvin organisaation johdon apuvälineeksi.

DEA -menetelmän tuloksiin pitää suhtautua kuitenkin kriittisesti. Tulosten tulkinta vaatii tutkimuskohteen ja sen taustojen tarkkaa tuntemusta. Tavoitteellisia muuttujakohtaisia menojen supistuksia voidaan pitää suuntaa antavina, mutta niistä ei voi vetää liian suoria johtopäätöksiä.

DEA -menetelmän huonoina puolina voidaan pitää sen herkkyyttä virheellisille havainnoille. Tämä johtuu menetelmän ominaisuuksista. DEA -menetelmä perustuu lineaariseen optimointiin. Se ei ole tilastollinen estimointimenetelmä, ja silloin ei voida käyttää luottamusvälejä. Kaupungin tuottavuusluku saattaa muuttua ratkaisevasti, jos sen havaintoarvoissa on virhettä. Hankalaksi tilanne muuttuu silloin, kun tällainen kaupunki osoittautuu tutkimuksessa tehokkaaksi. Silloin tehokkuusrintaman suunta muuttuu virheelliseksi ja muidenkin kaupunkien tuottavuusluvut muuttuvat vääriksi. Jos mittausvirhettä sisältävä kaupunki on tehoton ja sijoittuu rintaman alapuolelle, virhe näkyy ainoastaan sen omassa tuottavuusluvussa. Tässä tutkimuksessa muuttujien arvoja ei pystytty kaikilta osin tarkistamaan. Tiedot perustuvat kuitenkin kaupunkien itsensä antamiin lukuihin, jotka sitten on kerätty SOTKA -tietokantaan. Siksi niiden luotettavuus pitäisi olla melko suuri.

Virheellisen havainnon tavoin käyttäytyy myös ns. ulkopuolinen havainto. Tuottavuusluvut muuttuvat virheellisiksi kaupungin ollessa huomattavasti muita suurempi ja sijoittuessa tehokkuusrintamalle. Tässä tutkimuksessa Helsinki oli tällainen kaupunki ja se pudotettiinkin pois kaikista malleista. Sille ei olisi löytynyt samaa kokoluokkaa olevia vertailukaupunkeja.

Muuttujien ja vertailtavien kaupunkien määrä on myöskin DEA -menetelmän käytössä rajoittava tekijä. Kaupunkeja pitäisi olla vähintään kaksi kertaa enemmän kuin vertailtavia muuttujia. Käytännössä kaupunkeja pitää olla kuitenkin olla huomattavasti enemmän. Kaupunkien pieni määrä johtaa siihen, että useammat kaupungit sijoittuvat tehokkuusrintamalle. Pienen havaintoaineiston ansiosta saattaa myös joku tuottavasti toimiva kaupunki jäädä havaitsematta.

Lasten päivähoidon tuottavuusvertailuun valittiin kaikki Suomen yli 20 000 asukkaan kaupungit lukuun ottamatta Helsinkiä. Näitä kaupunkeja oli kaikkiaan 37 kappaletta. Tutkimus perustui SOTKA -tietokannasta saatuihin vuoden 1995 havaintoarvoihin. Tulokset ajettiin käyttämällä kolmea eri muuttujayhdistelmää sisältävää mallia. Kaikissa malleissa kaupunkeja tarkasteltiin panosten minimointinäkökulmasta. Jokaisesta mallista ajettiin tuottavuusluvut vakioskaalatuottoihin ja muuttuviin skaalatuottoihin perustuviin oletuksiin.

Mallissa yksi käytettiin panosmuuttujana lasten päivähoidon käyttömenoja ilman kotihoidon tukea. Tuotosmuuttujiksi valittiin kokopäivähoidon ja osapäivähoidon hoitopäivät päiväkodeissa ja perhepäivähoidossa. Kolmantena tuotosmuuttujana käytettiin lapsia leikkitoiminnassa keskimäärin toimintapäivänä. Tämä muutettiin vertailukelpoiseksi hoitopäivämuuttujien kanssa käyttämällä hyväksi Jyväskylän kaupungin leikkitoiminnassa ollutta toimintapäivien (243) määrää. Tämä saattaa aiheuttaa hiukan virhettä, sillä toimintapäivien määrä ei ole sama kaikissa kaupungeissa. Tieto ei ollut kuitenkaan tarkistettavissa. Lasten leikkitoiminta haluttiin kuitenkin pitää mukana mallissa, koska se kuuluu oleellisesti mukaan lasten päivähoitoon. Käyttömenoista olisi myöskin ollut vaikeaa poistaa leikkitoiminnan osuus. Joissain kaupungeissa ei ollut lainkaan lasten leikkitoimintaa. Näin mallissa yksi on mukana kaupunkeja, joilla on nollahavainto lasten leikkitoiminnan kohdalla. Nämä kaupungit eivät ole täysin vertailukelpoisia muiden kanssa.

Mallissa kaksi erotettiin päiväkotitoiminta ja perhepäivähoito toisistaan. Hoitopäi-

vätietoja ei ollut kuitenkaan käytössä erikseen näiden osalta. Siksi tuotosmuuttujana käytettiin hoidossa olleiden lasten määrää päiväkodeissa ja perhepäivähoidossa vuoden 1995 lopussa. Kolmantena tuotosmuuttujana oli lasten määrä leikkitoiminnassa keskimäärin toimintapäivänä. Panosmuuttujana käytettiin lasten päivähoidon käyttömenoja, kuten mallissa yksi.

Mallissa kolme selvitettiin henkilöstön vaikutusta tuottavuuteen. Panosmuuttujiksi otettiin päiväkotihenkilöstön määrä päiväkodeissa ja perhepäivähoitajien määrä. Henkilöstötiedot sisälsivät kaikki vakituiset ja osa-aikaiset työntekijät lokakuussa 1995. Tuotosmuuttujia oli tässä mallissa neljä. Niitä olivat lasten määrä osapäivähoidossa ja kokopäivähoidossa päiväkodeissa sekä lasten määrä osapäivähoidossa ja kokopäivähoidossa perhepäivähoidossa.

Mallissa yksi keskimääräinen tuottavuus oli 86 prosenttia, kun käytettiin vakioskaalaoletusta. Tuottavuus vaihteli 67 ja 100 prosentin välillä. Tehokkaita kaupunkeja oli seitsemän kappaletta. Käytettäessä muuttuvia skaalatuottoja keskimääräinen tuottavuus nousi 89 prosenttiin ja minimi oli 72 prosenttia. Tuottavasti toimivia kaupunkeja oli yhdeksän kappaletta. Kummallakin skaalatuotto-oletuksella tuottavuusluvut olivat normaalisti jakautuneita.

Mallissa kaksi vakioskaalatuotoilla keskimääräinen tuottavuus oli 89 prosenttia. Tehokkaita kaupunkeja oli neljä kappaletta. Muuttuvilla skaalatuotoilla keskituottavuus oli 89 prosenttia tehokkaita kaupunkeja ollessa 11 kappaletta. Molemmissa skaalatuotto-oletuksissa tuottavuus vaihteli 77 prosentista 100 prosenttiin.

Mallissa kolme tuottavuudet olivat 89 ja 90 prosenttia vakio- ja muuttuvien skaalatuottojen oletuksilla. Vakioskaalatuotoilla tehokkaiden kaupunkien määrä oli kymmenen ja muuttuvilla skaalatuotoilla 12. Mallissa kolme tehokkaita kaupunkeja oli kaikista malleista eniten. Huomattavaa oli, että minimituottavuudet olivat varsin alhaisia eli 71 ja 72 prosenttia. Päivähoitolaissa on kuitenkin määrätty henkilöstön

vähimmäismäärät lasta kohden. Erot saattavat johtua erityispäivähoidosta, mitä on joissain kaupungeissa toisia enemmän. Erityispäivähoito sitoo enemmän työvoimaa kuin normaali päivähoito. Myös esimerkiksi äitiyslomat saattavat vaikuttaa suureen henkilöstömäärään joissain kaupungeissa. Muuttujathan sisälsivät kaikki työntekijät. Henkilöstömenot panosmuuttujana poistaisivat tämänkaltaiset ongelmat.

Mallien välisiä kaupunkien järjestyksiä testattiin Spearmanin järjestyskorrelaatiokertoimella. Malleissa yksi ja kaksi järjestykset olivat melko samanlaisia. Niissä panoksena olivat käyttömenot. Kaupunkien päivähoidon tuottavuutta pitäisikin lähinnä arvioida niiden perusteella. Mallissa kolme saattaa olla epävarmuustekijöitä johtuen henkilöstön määrää kuvaavista epävarmuustekijöistä.

Mielenkiintoista olisi ollut ottaa lasten iän vaikutus tuottavuusvertailuun. Tämä olisi voitu tehdä jakamalla tuotosmuuttujat alle ja yli kolmevuotiaisiin. Käytössä olleesta tietokannasta ei kuitenkaan ollut mahdollista saada hoitotietoja lasten iän mukaan jaoteltuna. Myöskin uudemmalla vuoden 1996 aineistolla olisi palvelleet paremmin lasten päivähoidon toiminnan kehitystä.

Lähdeluettelo:

Banker, R. D., Charnes, A. and Cooper, W. W. (1984): "Some models for estimating tecnical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis", *Management Science*, 1078-1092.

Boussofiane, A., Dyson, R.G. and Thanassoulis E. (1991): "Applied data envelopment analysis", *Euroopean Journal of Operational Research 52*, 1-15.

Charnes, A., Cooper, F.F. and Rhodes,E. (1978): "Measuring the Efficiency of Decision Making Units",*Euroopean Journal of Operational Research*, 429-44.

Dyson, R.G. and Thanassoulis E. (1988): "Reducing Weight flexibility in Data Envelopment Analysis",*Operational Recearch Society*, Vol 39, No 6, 563-576.

Golany, B. and Roll, (1989): An Application Procedure for DEA. OMEGA: *International Journal of Management Science*, Vol 17, No. 3 237-250.

Harkki, P. (1994): Suomen sairaaloiden tuottavuusanalyysi DEA -menetelmää käyttäen. Pro gradu -tutkielma, Helsingin kauppakorkeakoulu.

Kirjavainen, T. ja Loikkanen, H. (1993): *Lukioiden tehokkuuseroista -DEA menetelmän sovellus lukioiden tehokkuuserojen arvioimiseksi.* VATT, Valtion Taloudellinen Tutkimuskeskus, Helsinki.

Laki lasten päivähoidosta 1973/36

Linna, M ja Häkkinen, U. (1995): *Sairaaloiden tuottavuuserot Suomessa 1991 - 1993. Data Envelopment -Analyysin tuloksia.* STAKES. Helsinki

Luoma, K. ja Järviö, M.-L. (1994): *Data Envelopment Analyysi terveyskeskusten tuotta vuuseroista Suomessa vuonna 1991.* VATT, Valtion Taloudellinen Tutkimuskeskus, Helsinki.

Helin, H. ja Martikainen, M. (1997): *Helsingin koulumarkkinat*, Helsingin kaupungin tietokes kuksen tutkimuksia 1997:1. Helsinki.

Martikainen, M. (1994): *Julkisen sektorin tuottavuus: DEA -menetelmä työvoimatoimistojen tehokkuuden arvioimisesta.* VATT -keskustelualoitteita 56, Helsinki.

Mäkilä, A. (1995): *Korkeakoulujen tehokkuuden arviointi data envelopment analysis-menetel mällä.* Pro gradu -tutkielma. Helsingin kauppakorkeakoulu.

SOTKA -käyttäjän opas. (1995): STAKES, STM, VTKK-Valtionjärjestelmät.

Thanassoulis, E., *Warwick-DEA User manual.* Warwick Business School, Warwick University, Coventry.

Vartiainen, P. (1992): *Tuottava päivähoito?* Tutkimus kunnallisten päivähoitopalvelujen määrästä ja laadustaVaasan läänissä. Tutkimus No 159. Vaasan Yliopisto.

Liite 1.

Table of target values

Targets for Unit **KEMI** efficiency 71.99% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	37395.0	26920.9	28.0%	72.0%
+KOHP	117650.0	117650.0	0.0%	100.0%
+OSHP	17106.0	19645.1	14.8%	87.1%
+LEHP	7290.0	7290.0	0.0%	100.0%

	RAISIO	RIIHIMAKI	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.473	0.064	0.463

Targets for Unit **KAJAANI** efficiency 72.88% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	58211.0	42421.8	27.1%	72.9%
+KOHP	191588.0	191588.0	0.0%	100.0%
+OSHP	32818.0	32818.0	0.0%	100.0%
+LEHP	3645.0	12389.7	239.9%	29.4%

	RAISIO	TAMPERE	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.695	0.067	0.238

Targets for Unit **SAVONLINNA** efficiency 73.45% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	42955.0	31550.2	26.6%	73.4%
+KOHP	149484.0	149484.0	0.0%	100.0%
+OSHP	19113.0	19113.0	0.0%	100.0%
+LEHP	0.0	8217.9		0.0%

	RAISIO	TAMPERE	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.828	0.008	0.164

Targets for Unit **IMATRA** efficiency 77.06% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	39506.0	30441.6	22.9%	77.1%
+KOHP	137672.0	137672.0	0.0%	100.0%
+OSHP	21390.0	21390.0	0.0%	100.0%
+LEHP	5103.0	6825.3	33.8%	74.8%

	RAISIO	TAMPERE	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.640	0.012	0.348

Targets for Unit **KOTKA** efficiency 78.99% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	79791.0	63028.7	21.0%	79.0%
+KOHP	280303.0	280303.0	0.0%	100.0%
+OSHP	50322.0	51850.5	3.0%	97.1%
+LEHP	37422.0	37422.0	0.0%	100.0%

	RAISIO	RIIHIMAKI	TAMPERE
LAMBDA	0.448	0.388	0.164

Targets for Unit **NOKIA** efficiency 79.39% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	39262.0	31171.0	20.6%	79.4%
+KOHP	153239.0	153239.0	0.0%	100.0%
+OSHP	8170.0	16082.5	96.8%	50.8%
+LEHP	5589.0	8744.3	56.5%	63.9%

	RAISIO	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.973	0.027

Targets for Unit **TORNIO** efficiency 80.22% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	36203.0	29043.1	19.8%	80.2%
+KOHP	121132.0	121132.0	0.0%	100.0%
+OSHP	25063.0	25063.0	0.0%	100.0%
+LEHP	0.0	4857.7		0.0%

	RAISIO	TAMPERE	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.359	0.018	0.623

Targets for Unit **HAMEENLINNA** efficiency 80.90% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	63753.0	51574.5	19.1%	80.9%
+KOHP	238786.0	238786.0	0.0%	100.0%
+OSHP	21673.0	38613.7	78.2%	56.1%
+LEHP	2430.0	17413.5	616.6%	14.0%

	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.898	0.102

Targets for Unit **VARKAUS** efficiency 82.20% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	35169.0	28907.6	17.8%	82.2%
+KOHP	123446.0	123446.0	0.0%	100.0%
+OSHP	23505.0	23505.0	0.0%	100.0%
+LEHP	0.0	5170.9		0.0%

	RAISIO	TAMPERE	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.437	0.014	0.550

Targets for Unit **HYVINKAA** efficiency 82.59% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	64083.0	52924.6	17.4%	82.6%
+KOHP	233285.0	233285.0	0.0%	100.0%
+OSHP	45559.0	45559.0	0.0%	100.0%
+LEHP	1458.0	16551.3	1035.2%	8.8%

	RAISIO	TAMPERE	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.594	0.123	0.284

Targets for Unit **SEINAJOKI** efficiency 82.94% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	44223.0	36680.0	17.1%	82.9%
+KOHP	175803.0	175803.0	0.0%	100.0%
+OSHP	18296.0	21848.8	19.4%	83.7%
+LEHP	14580.0	14580.0	0.0%	100.0%

	RAISIO	RIIHIMAKI	TAMPERE
LAMBDA	0.886	0.087	0.028

Targets for Unit **JARVENPAA** efficiency 83.10% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	69679.0	57900.8	16.9%	83.1%
+KOHP	264978.0	264978.0	0.0%	100.0%
+OSHP	28502.0	45762.2	60.6%	62.3%
+LEHP	8505.0	20058.7	135.8%	42.4%

	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.866	0.134

Targets for Unit **JOENSUU** efficiency 86.49% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	80350.0	69496.2	13.5%	86.5%
+KOHP	312089.0	312089.0	0.0%	100.0%
+OSHP	8180.0	58909.3	620.2%	13.9%
+LEHP	27216.0	27216.0	0.0%	100.0%

	RAISIO	RIIHIMAKI	TAMPERE
LAMBDA	0.747	0.059	0.194

Targets for Unit **PORVOO** efficiency 86.66% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	33626.0	29141.9	13.3%	86.7%
+KOHP	122486.0	122486.0	0.0%	100.0%
+OSHP	24713.0	24713.0	0.0%	100.0%
+LEHP	0.0	5020.6		0.0%

	RAISIO	TAMPERE	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.384	0.017	0.599

Targets for Unit **ROVANIEMI** efficiency 87.14% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	67030.0	58410.7	12.9%	87.1%
+KOHP	267089.0	267089.0	0.0%	100.0%
+OSHP	20917.0	46338.4	121.5%	45.1%
+LEHP	0.0	20271.8		0.0%

	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.863	0.137

Targets for Unit **KUOPIO** efficiency 87.62% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	123205.0	107954.4	12.4%	87.6%
+KOHP	472209.0	472209.0	0.0%	100.0%
+OSHP	92057.0	102321.4	11.2%	90.0%
+LEHP	7776.0	40987.2	427.1%	19.0%

	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.612	0.388

Targets for Unit **LAHTI** efficiency 88.55% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	117376.0	103931.4	11.5%	88.5%
+KOHP	455553.0	455553.0	0.0%	100.0%
+OSHP	50151.0	97775.5	95.0%	51.3%
+LEHP	13608.0	39305.1	188.8%	34.6%

	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.632	0.368

Targets for Unit **LAPPEENRANTA** efficiency 89.44% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	77110.0	68963.8	10.6%	89.4%
+KOHP	261683.0	280584.5	7.2%	93.3%
+OSHP	73020.0	73020.0	0.0%	100.0%
+LEHP	6075.0	20800.0	242.4%	29.2%

	TAMPERE	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.228	0.772

Targets for Unit **TURKU** efficiency 89.60% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	248899.0	223009.8	10.4%	89.6%
+KOHP	887720.0	887720.0	0.0%	100.0%
+OSHP	177483.0	190258.3	7.2%	93.3%
+LEHP	205335.0	205335.0	0.0%	100.0%

	ESPOO	RIIHIMAKI	TAMPERE
LAMBDA	0.452	0.389	0.159

Targets for Unit **OULU** efficiency 89.77% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	196249.0	176163.4	10.2%	89.8%
+KOHP	754607.0	754607.0	0.0%	100.0%
+OSHP	63276.0	179395.8	183.5%	35.3%
+LEHP	36450.0	69507.0	90.7%	52.4%

	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.265	0.735

Targets for Unit **RAUMA** efficiency 90.74% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	43716.0	39669.7	9.3%	90.7%
+KOHP	164553.0	164553.0	0.0%	100.0%
+OSHP	36247.0	36247.0	0.0%	100.0%
+LEHP	16038.0	16038.0	0.0%	100.0%

	RAISIO	RIIHIMAKI	TAMPERE	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.190	0.165	0.071	0.574

Targets for Unit **JYVASKYLA** efficiency 91.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	131266.0	119451.5	9.0%	91.0%
+KOHP	448857.0	448857.0	0.0%	100.0%
+OSHP	114095.0	114095.0	0.0%	100.0%
+LEHP	98172.0	98172.0	0.0%	100.0%

	PORI	RIIHIMAKI	TAMPERE	KOUVOLA
LAMBDA	0.663	0.028	0.250	0.059

Targets for Unit **SALO** efficiency 94.53% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	28851.0	27272.6	5.5%	94.5%
+KOHP	121013.0	121013.0	0.0%	100.0%
+OSHP	15052.0	19538.6	29.8%	77.0%
+LEHP	3645.0	5045.1	38.4%	72.2%

	RAISIO	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.561	0.439

Targets for Unit **IISALMI** efficiency 94.80% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	29167.0	27650.2	5.2%	94.8%
+KOHP	124134.0	124134.0	0.0%	100.0%
+OSHP	13506.0	19203.8	42.2%	70.3%
+LEHP	4617.0	5403.3	17.0%	85.4%

	RAISIO	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.601	0.399

Targets for Unit **KUUSANKOSKI** efficiency 95.73% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	25166.0	24090.5	4.3%	95.7%
+KOHP	93049.0	93049.0	0.0%	100.0%
+OSHP	21156.0	21611.7	2.2%	97.9%
+LEHP	11421.0	11421.0	0.0%	100.0%

	RAISIO	RIIHIMAKI	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.040	0.233	0.726

Targets for Unit **VANTAA** efficiency 97.48% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	329045.0	320769.4	2.5%	97.5%
+KOHP	1282858.0	1282858.0	0.0%	100.0%
+OSHP	82908.0	288452.9	247.9%	28.7%
+LEHP	54432.0	259499.9	376.7%	21.0%

	ESPOO	TAMPERE
LAMBDA	0.579	0.421

Targets for Unit **MIKKELI** efficiency 98.88% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	42794.0	42313.1	1.1%	98.9%
+KOHP	200442.0	200442.0	0.0%	100.0%
+OSHP	12711.0	28148.5	121.5%	45.2%
+LEHP	0.0	13541.1		0.0%

	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.945	0.055

Targets for Unit **ESPOO** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	387766.0	387766.0	0.0%	100.0%
+KOHP	1509116.0	1509116.0	0.0%	100.0%
+OSHP	324721.0	324721.0	0.0%	100.0%
+LEHP	381510.0	381510.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **KERAVA** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	51817.0	51817.0	0.0%	100.0%
+KOHP	207086.0	207086.0	0.0%	100.0%
+OSHP	15950.0	15950.0	0.0%	100.0%
+LEHP	78975.0	78975.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **KOKKOLA** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	48657.0	48657.0	0.0%	100.0%
+KOHP	163516.0	163516.0	0.0%	100.0%
+OSHP	51480.0	51480.0	0.0%	100.0%
+LEHP	18711.0	18711.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **KOUVOLA** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	41119.0	41119.0	0.0%	100.0%
+KOHP	148829.0	148829.0	0.0%	100.0%
+OSHP	39536.0	39536.0	0.0%	100.0%
+LEHP	34020.0	34020.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **PORI** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	89128.0	89128.0	0.0%	100.0%
+KOHP	291981.0	291981.0	0.0%	100.0%
+OSHP	78045.0	78045.0	0.0%	100.0%
+LEHP	108621.0	108621.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **RAISIO** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	31431.0	31431.0	0.0%	100.0%
+KOHP	155388.0	155388.0	0.0%	100.0%
+OSHP	15852.0	15852.0	0.0%	100.0%
+LEHP	8991.0	8991.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **RIIHIMAKI** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	29466.0	29466.0	0.0%	100.0%
+KOHP	132036.0	132036.0	0.0%	100.0%
+OSHP	14389.0	14389.0	0.0%	100.0%
+LEHP	47385.0	47385.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **TAMPERE** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	228447.0	228447.0	0.0%	100.0%
+KOHP	971071.0	971071.0	0.0%	100.0%
+OSHP	238475.0	238475.0	0.0%	100.0%
+LEHP	91368.0	91368.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **VALKEAKOSKI** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	21956.0	21956.0	0.0%	100.0%
+KOHP	77063.0	77063.0	0.0%	100.0%
+OSHP	24252.0	24252.0	0.0%	100.0%
+LEHP	0.0	0.0	0.0%	0.0%

Liite 2.

Targets for Unit **SAVONLINNA** efficiency 77.29% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	42955.0	33200.5	22.7%	77.3%
+LEIKTP	0.0	43.3		0.0%
+PK	688.0	688.0	0.0%	100.0%
+PPH	317.0	317.0	0.0%	100.0%

	KUUSANKOSK	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.157	0.829	0.014

Targets for Unit **ROVANIEMI** efficiency 78.31% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	67030.0	52493.0	21.7%	78.3%
+LEIKTP	0.0	77.6		0.0%
+PK	1220.0	1220.0	0.0%	100.0%
+PPH	355.0	355.0	0.0%	100.0%

	KUUSANKOSK	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.209	0.678	0.114

Targets for Unit **VARKAUS** efficiency 78.92% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	35169.0	27755.6	21.1%	78.9%
+LEIKTP	0.0	17.0		0.0%
+PK	480.0	480.0	0.0%	100.0%
+PPH	344.0	344.0	0.0%	100.0%

	IISALMI	RAISIO	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.621	0.140	0.240

Targets for Unit **IMATRA** efficiency 79.04% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	39506.0	31224.3	21.0%	79.0%
+LEIKTP	21.0	38.0	80.8%	55.3%
+PK	627.0	627.0	0.0%	100.0%
+PPH	325.0	325.0	0.0%	100.0%

	KUUSANKOSK	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.063	0.936	0.001

Targets for Unit **JOENSUU** efficiency 79.45% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	80350.0	63836.7	20.6%	79.4%
+LEIKTP	112.0	112.0	0.0%	100.0%
+PK	1453.0	1453.0	0.0%	100.0%
+PPH	453.0	453.0	0.0%	100.0%

	KUOPIO	RAISIO	RIIHIMAKI	TAMPERE
LAMBDA	0.109	0.546	0.229	0.116

Targets for Unit **JARVENPAA** efficiency 79.62% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	69679.0	55481.1	20.4%	79.6%
+LEIKTP	35.0	67.2	92.0%	52.1%
+PK	1247.0	1247.0	0.0%	100.0%
+PPH	425.0	425.0	0.0%	100.0%

	KUOPIO	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.069	0.841	0.090

Targets for Unit **HAMEENLINNA** efficiency 80.81% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	63753.0	51516.4	19.2%	80.8%
+LEIKTP	10.0	73.8	638.5%	13.5%
+PK	1186.0	1186.0	0.0%	100.0%
+PPH	366.0	366.0	0.0%	100.0%

	KUUSANKOSK	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.110	0.784	0.105

Targets for Unit **KEMI** efficiency 82.74% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	37395.0	30940.2	17.3%	82.7%
+LEIKTP	30.0	56.3	87.8%	53.2%
+PK	686.0	686.0	0.0%	100.0%
+PPH	182.0	202.3	11.1%	90.0%

	KUUSANKOSK	TAMPERE
LAMBDA	0.972	0.028

Targets for Unit **NOKIA** efficiency 83.23% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	39262.0	32679.2	16.8%	83.2%
+LEIKTP	23.0	53.5	132.7%	43.0%
+PK	713.0	713.0	0.0%	100.0%
+PPH	244.0	244.0	0.0%	100.0%

	KUUSANKOSK	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.691	0.280	0.028

Targets for Unit **LAHTI** efficiency 83.82% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	117376.0	98385.7	16.2%	83.8%
+LEIKTP	56.0	142.0	153.5%	39.4%
+PK	2425.0	2425.0	0.0%	100.0%
+PPH	522.0	522.0	0.0%	100.0%

	KUOPIO	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.063	0.627	0.311

Targets for Unit **KAJAANI** efficiency 84.48% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	58211.0	49174.8	15.5%	84.5%
+LEIKTP	15.0	62.2	314.7%	24.1%
+PK	1095.0	1095.0	0.0%	100.0%
+PPH	392.0	392.0	0.0%	100.0%

	KUOPIO	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.033	0.892	0.075

Targets for Unit **HYVINKAA** efficiency 85.79% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	64083.0	54978.3	14.2%	85.8%
+LEIKTP	6.0	88.6	1377.1%	6.8%
+PK	1312.0	1312.0	0.0%	100.0%
+PPH	317.0	317.0	0.0%	100.0%

	KUUSANKOSK	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.535	0.329	0.137

Targets for Unit **KOTKA** efficiency 88.14% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	79791.0	70325.3	11.9%	88.1%
+LEIKTP	154.0	154.0	0.0%	100.0%
+PK	1601.0	1601.0	0.0%	100.0%
+PPH	482.0	482.0	0.0%	100.0%

	KUOPIO	RAISIO	RIIHIMAKI	TAMPERE
LAMBDA	0.161	0.239	0.473	0.127

Targets for Unit **LAPPEENRANTA** efficiency 89.44% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	77110.0	68969.5	10.6%	89.4%
+LEIKTP	25.0	76.2	204.8%	32.8%
+PK	1566.0	1566.0	0.0%	100.0%
+PPH	501.0	501.0	0.0%	100.0%

	KUOPIO	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.156	0.726	0.118

Targets for Unit **PORVOO** efficiency 89.59% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	33626.0	30125.9	10.4%	89.6%
+LEIKTP	0.0	55.0		0.0%
+PK	664.0	664.0	0.0%	100.0%
+PPH	184.0	199.8	8.6%	92.1%

	KUUSANKOSK	TAMPERE
LAMBDA	0.976	0.024

Targets for Unit **OULU** efficiency 89.59% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	196249.0	175822.5	10.4%	89.6%
+LEIKTP	150.0	269.0	79.3%	55.8%
+PK	4523.0	4523.0	0.0%	100.0%
+PPH	722.0	722.0	0.0%	100.0%

	KUOPIO	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.101	0.213	0.686

Targets for Unit **SEINAJOKI** efficiency 90.82% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	44223.0	40163.6	9.2%	90.8%
+LEIKTP	60.0	60.0	0.0%	100.0%
+PK	779.0	779.0	0.0%	100.0%
+PPH	421.0	421.0	0.0%	100.0%

	IISALMI	KUOPIO	RAISIO	RIIHIMAKI
LAMBDA	0.264	0.105	0.452	0.179

Targets for Unit **SALO** efficiency 91.52% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	28851.0	26403.5	8.5%	91.5%
+LEIKTP	15.0	16.7	11.4%	89.8%
+PK	521.0	521.0	0.0%	100.0%
+PPH	256.0	256.0	0.0%	100.0%

	IISALMI	RAISIO	VALKEAKOSK
LAMBDA	0.072	0.415	0.513

Targets for Unit **KOUVOLA** efficiency 92.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	41119.0	37830.0	8.0%	92.0%
+LEIKTP	140.0	140.0	0.0%	100.0%
+PK	803.0	803.0	0.0%	100.0%
+PPH	320.0	320.0	0.0%	100.0%

	KUOPIO	RAISIO	RIIHIMAKI	TAMPERE
LAMBDA	0.002	0.389	0.572	0.037

Targets for Unit **TORNIO** efficiency 93.78% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	36203.0	33952.1	6.2%	93.8%
+LEIKTP	0.0	28.8		0.0%
+PK	561.0	561.0	0.0%	100.0%
+PPH	446.0	446.0	0.0%	100.0%

	IISALMI	KUOPIO	VAASA
LAMBDA	0.938	0.015	0.047

Targets for Unit **MIKKELI** efficiency 94.58% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	42794.0	40473.7	5.4%	94.6%
+LEIKTP	0.0	63.7		0.0%
+PK	915.0	915.0	0.0%	100.0%
+PPH	283.0	283.0	0.0%	100.0%

	KUUSANKOSK	RAISIO	TAMPERE
LAMBDA	0.536	0.401	0.063

Targets for Unit **RAUMA** efficiency 94.96% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	43716.0	41511.6	5.0%	95.0%
+LEIKTP	66.0	66.0	0.0%	100.0%
+PK	841.0	841.0	0.0%	100.0%
+PPH	404.0	404.0	0.0%	100.0%

	KUOPIO	RAISIO	RIIHIMAKI	TAMPERE
LAMBDA	0.110	0.705	0.183	0.002

Targets for Unit **TURKU** efficiency 95.94% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	248899.0	238795.1	4.1%	95.9%
+LEIKTP	845.0	845.0	0.0%	100.0%
+PK	5446.0	5446.0	0.0%	100.0%
+PPH	810.0	916.2	13.1%	88.4%

	ESPOO	PORI	TAMPERE
LAMBDA	0.372	0.351	0.277

Targets for Unit **JYVASKYLA** efficiency 96.19% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	131266.0	126267.3	3.8%	96.2%
+LEIKTP	404.0	404.0	0.0%	100.0%
+PK	2667.0	2667.0	0.0%	100.0%
+PPH	780.0	780.0	0.0%	100.0%

	ESPOO	RIIHIMAKI	TAMPERE	VAASA
LAMBDA	0.133	0.318	0.078	0.471

Targets for Unit **VANTAA** efficiency 96.49% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	329045.0	317486.0	3.5%	96.5%
+LEIKTP	224.0	1138.5	408.2%	19.7%
+PK	6920.0	6920.0	0.0%	100.0%
+PPH	1356.0	1356.0	0.0%	100.0%

	ESPOO	KUOPIO	TAMPERE
LAMBDA	0.700	0.214	0.086

Targets for Unit **KOKKOLA** efficiency 97.14% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	48657.0	47263.4	2.9%	97.1%
+LEIKTP	77.0	82.8	7.5%	93.0%
+PK	1127.0	1127.0	0.0%	100.0%
+PPH	204.0	251.1	23.1%	81.2%

	KUUSANKOSK	TAMPERE
LAMBDA	0.891	0.109

Targets for Unit **ESPOO** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	387766.0	387766.0	0.0%	100.0%
+LEIKTP	1570.0	1570.0	0.0%	100.0%
+PK	8361.0	8361.0	0.0%	100.0%
+PPH	1516.0	1516.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **IISALMI** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	29167.0	29167.0	0.0%	100.0%
+LEIKTP	19.0	19.0	0.0%	100.0%
+PK	461.0	461.0	0.0%	100.0%
+PPH	413.0	413.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **KERAVA** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	51817.0	51817.0	0.0%	100.0%
+LEIKTP	325.0	325.0	0.0%	100.0%
+PK	937.0	937.0	0.0%	100.0%
+PPH	342.0	342.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **KUOPIO** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	123205.0	123205.0	0.0%	100.0%
+LEIKTP	32.0	32.0	0.0%	100.0%
+PK	2565.0	2565.0	0.0%	100.0%
+PPH	1058.0	1058.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **KUUSANKOSKI** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	25166.0	25166.0	0.0%	100.0%
+LEIKTP	47.0	47.0	0.0%	100.0%
+PK	530.0	530.0	0.0%	100.0%
+PPH	185.0	185.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **PORI** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	89128.0	89128.0	0.0%	100.0%
+LEIKTP	447.0	447.0	0.0%	100.0%
+PK	1903.0	1903.0	0.0%	100.0%
+PPH	378.0	378.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **RAISIO** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	31431.0	31431.0	0.0%	100.0%
+LEIKTP	37.0	37.0	0.0%	100.0%
+PK	628.0	628.0	0.0%	100.0%
+PPH	334.0	334.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **RIIHIMAKI** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	29466.0	29466.0	0.0%	100.0%
+LEIKTP	195.0	195.0	0.0%	100.0%
+PK	576.0	576.0	0.0%	100.0%
+PPH	277.0	277.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **TAMPERE** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	228447.0	228447.0	0.0%	100.0%
+LEIKTP	376.0	376.0	0.0%	100.0%
+PK	6022.0	6022.0	0.0%	100.0%
+PPH	793.0	793.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **VAASA** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	101076.0	101076.0	0.0%	100.0%
+LEIKTP	221.0	221.0	0.0%	100.0%
+PK	1921.0	1921.0	0.0%	100.0%
+PPH	910.0	910.0	0.0%	100.0%

Targets for Unit **VALKEAKOSKI** efficiency 100.00% radial

VARIABLE	ACTUAL	TARGET	TO GAIN	ACHIEVED
-KMENOT	21956.0	21956.0	0.0%	100.0%
+LEIKTP	0.0	0.0	0.0%	0.0%
+PK	443.0	443.0	0.0%	100.0%
+PPH	171.0	171.0	0.0%	100.0%