

Mat-2.170 Operaatiotutkimuksen projektityöseminaari

Loppuraportti 25. huhtikuuta 2003

Erikoissairaanhoito Stakes

Ryhmä 3

Juuso Liesiö

Emilia Suomalainen

Anssi Paalanen

Margareetta Ollila

Olli Stenlund

Sisällysluettelo

1	JOHDANTO	2
2	TAUSTA - ERIKOISSAIRAANHOITO SUOMESSA	3
3	MÄÄRITELMÄT	4
4	MENETELMÄT	8
4.1	Tehokkuuden mittaaminen	8
4.1.1	DEA-menetelmät yleisesti	8
4.1.2	Projektissa käytetyt DEA-menetelmät	12
4.2	Tilastolliset menetelmät	14
4.2.1	Korrelaatiot	15
4.2.2	Varianssianalyysi	15
4.2.3	Mannin ja Whitneyyn testi	16
4.2.4	Regressioanalyysi	16
5	TULOKSET	17
5.1	Tehokkuusluvut	17
5.2	Selittävien tekijöiden analysointi	20
5.2.1	Korrelaatiot CCR- ja BCC-tehokkuuksille	20
5.2.2	Koon vaikutus	21
5.2.3	Erikoistumisen vaikutus	24
5.2.4	Varianssianalyysi	24
5.2.5	Mannin ja Whitneyyn testi	25
5.2.6	Regressioanalyysi	25
6	YHTEENVETO JA POHDINTA	28
	LÄHDELUETTELO	29
	LIITTEET	31

1 Johdanto

Sosiaali- ja terveysalan tutkimuskeskus (Stakes) on vuodesta 1997 koonnut aineistoa sairaaloiden tilasto- ja rekisterijärjestelmistä sairaaloiden tuottavuuden mittaamista varten. Erikoissairaanhoidon Suomessa antavat sairaalat (yliopistolliset sairaalat, keskussairaalat ja aluesairaalat) sekä eräät erilliset yksiköt. Stakesin aineistossa on saatavilla kaikkien sairaaloiden sekä erillisyyksiköiden eri erikoisalojen tuotokset ryhmiteltyinä potilastasolla. Tuotoksiin on liitetty kustannuspainot kuvaamaan niiden vaativuutta. Lisäksi aineisto sisältää tiedot kustannuksista sekä eräitä toimintaympäristöön liittyviä muuttujia.

Projektin tavoitteena on laskea Stakesin keräämästä aineistosta tuottavuutta ja tehokkuutta kuvaavat yksikkökohtaiset tunnusluvut erikoissairaanhoidon yksiköille vuosina 1998–2001. Laskennassa käytettävän mallin valinta on olennainen osa projektia ja asiakkaan toiveiden mukaisesti raporttiimme sisältyy myös katsaus alan kirjallisuuteen, jossa käsitellään uusimpia menetelmällisiä kehityskaskelia.. Lisäksi analysoidaan erilaisten selittävien tekijöiden vaikutusta saatuihin tehokkuuslukuihin. Erityisen kiinnostavaa on yksikön erikoistumisen ja koon vaikutus tehokkuuslukuihin.

2 Tausta - erikoissairaanhoido Suomessa

Kunnat vastaavat asukkaidensa erikoissairaanhoidon järjestämisestä. Erikoissairaanhoidoa varten maa on jaettu kahteenkymmeneen sairaanhoitopiiriin. Lisäksi Ahvenanmaa muodostaa oman sairaanhoitopiirinsä. Sairaanhoitopiirillä on sairaala tai sairaaloita ja muita toimintayksiköitä. Jokaisessa piirissä on keskussairaala, näistä viisi on erityistason sairaanhoidoa antavia yliopistollisia sairaaloita. Tämän lisäksi yliopistosairaaloihin luetaan kaksi muuta sairaalaa. Yliopistosairaaloiden ohella muita sairaaloita on vielä 23. Jokaisen kunnan on kuuluttava johonkin sairaanhoitopiiriin. Sairaanhoitopiiri järjestää ja tuottaa erikoissairaanhoidon palveluja alueensa väestölle. Pienimmän sairaanhoitopiirin väestöpohja on alle 66 000 asukasta ja suurimman yli 1,4 miljoonaa. Vuoden 1999 alussa sairaanhoitopiirien sairaaloissa oli 19 000 sairaansijaa eli 3,7 tuhatta asukasta kohden. Suomalaisista noin neljännes eli yli miljoona käyttää vuoden aikana sairaanhoitopiirien sairaaloiden palveluja. Pääsy erikoissairaanhoidon edellyttää lääkärin lähetettä, ellei kysymys ole kiireellisestä hoidosta. Tavoitteena on, että sairaala antaa potilaalle tiedon tutkimuksiin ja hoitoon pääsyn ajankohdasta kahden viikon kuluessa siitä, kun potilaan lähete on tullut sairaalaan.

Suurimmassa sairaanhoitopiirissä palvelusuhteita on noin 18 000 ja sairaansijoja yli 4000. Pienimmässä palvelusuhteita on runsaat 600 ja sairaansijoja noin 220. Vuonna 1997 sairaanhoitopiirien sairaaloihin tehtiin noin kuusi miljoonaa avohoitokäyntiä (1,2/asukas). Hoitojaksoja oli noin miljoona (0,2/asukas) ja hoitopäiviä noin kuusi miljoonaa (1,2/asukas). Leikkaustoimenpiteitä tehdään noin 400 000 vuodessa. Sairaaloiden hoitojaksoja on suunnitelmallisesti lyhennetty, ja samalla niiden määrä on lisääntynyt. Yhä enemmän vaativiakin toimenpiteitä tehdään avohoitokäynneillä. Erikoissairaanhoidon ympärivuorokautinen päivystys on keskitetty sairaanhoitopiirien sairaaloihin.

Kunnat maksavat sairaanhoitopiirien menot ostamalla niiltä hoitopalveluja. Potilasmaksuilla katetaan noin 7 prosenttia sairaaloiden kustannuksista. Vuonna 1997 kunnat käyttivät erikoissairaanhoidon keskimäärin 505 euroa asukasta kohden. Sairaanhoitopiireissä työskentelee noin 60 000 työntekijää, joista joka kymmenes on lääkäri. Sairaanhoitopiirien vuoden 2002 toimintakulut yhteensä olivat yli 3 500 M €, joista suurimman piirin osuus oli yli 1000 M € ja pienimmän 49 M €.

Sairaanhoitopiirien sairaaloiden lisäksi erikoissairaanhoidoa annetaan jonkin verran terveyskeskuksissa ja yksityisellä sektorilla. Joissakin sairaaloissa erikoisalaja on niputettu "tulosityksiköiksi", jolloin tuottavuuden laskenta ja raportointi tehdään tällaiselle yhdistelmälle.

3 Määritelmät

Määritelmässä käytetty tieto pohjautuu pääosin benchmarking-projektissa [1] esitettyihin määritelmiin. Suoriteaineisto on koottu 20 sairaanhoitopiiristä ja kahdesta säätiöpohjaisesta sairaalasta (Sairaala Orton ja Reumasäätiön sairaala) vuosien 1998–2001 ajalta ja saatu Stakesista valmiina listoina. Työssä on käytetty kolmen eri Hilmo-määritysten (Hilmo = hoitoilmoitusrekisteri) mukaisen erikoisalnan, kirurgian, naistentautien ja sisätautien, kustannuskertymiä. Stakesilta saadussa datassa on käytetty seuraavia lyhenteitä:

VUOSI = tiedot vuosilta 1998, 1999, 2000 ja 2001

SAIRKOODI = sairaalan koodi (kaikki sairaalat on koodattu numeroilla)

TUOTTAVUUS = tuotoksen ja sen aikaansaamiseksi käytettyjen panosten suhde

SAIRAALAN TUOTTAVUUS = sairaalan kokonaistuottavuus (episodituottavuus)

Tuotosta mitataan sekä hoitojaksoina ja avosuoritteina (välisuoritteina), jolloin kyseessä on DRG-tuottavuus (DRG = Diagnostic Related Groups), että episodeina (loppusuoritteet), jolloin kyseessä on episodituottavuus. Kokonaistuottavuus (episodituottavuus) tarkoittaa loppusuoritteen ja sen aikaansaamiseksi käytettyjen kokonaiskustannusten suhdetta. Loppusuoritteina käytetään projektissa episodeja. Kokonaistuottavuus kertoo sen, miten tehokkaasti potilaita hoidetaan.

loppusuorite

Kokonaistuottavuus = -----
(episodituottavuus) kustannukset

Välisuoritetuottavuus tarkoittaa välisuoritteen ja sen aikaansaamiseksi käytettyjen panosten suhdetta. Välisuoritteita ovat esimerkiksi hoitopäivät, avokäynnit tai hoitojaksot. Välisuoritetuottavuudessa suoritteita ovat DRG-painoilla painotetut hoitojaksot ja/tai painotetut avohoitokäynnit.

välisuorite

Välisuoritetuottavuus = -----
(DRG-tuottavuus) kustannukset

Episodi tarkoittaa potilaan koko hoitoprosessia eli kaikkia vuodeosastohoitojaksoja ja niihin liittyviä avohoitokäyntejä, toimenpiteitä ja muita suoritteita, jotka on tehty potilaan terveysongelman ratkaisemiseksi. Yhdellä henkilöllä voi olla useita eri episodeja. Yksi hoitotapaus voi kuitenkin kuulua vain yhteen episodiin. Episodin ajallinen kesto rajoittuu yhteen vuoteen.

Avohoitokäynnit = ajanvarauskäynnit + päivystyskäynnit

Episodi = hoitojaksot + avohoitokäynnit

Tässä projektissa on tukeuduttu seuraaviin tuotosmuuttujiin:

PAINOTETUT HOITOJAKSOT = kustannuspainotetut hoitajakset

PAINOTETUT AVKÄYNNIT = kustannuspainotetut ajanvarauskäynnit

PAINOTETUT PÄIVKÄYNNIT = kustannuspainotetut päivystyskäynnit

Episodien ja avohoitoepisodien painot on laskettu potilaskohtaisista kustannuksista, ja ne perustuvat sekä DRG-painoihin että avokäyntipainoihin. Erikoisalakohitaiset avokäyntien painot on laskettu potilaskohtaisista kustannus/kuntalaskutustiedoista.

Väliuoritteita ovat hoitajakset ja avokäynnit, jotka muodostavat osan tai välivaiheen lopputuotoksesta. Hoitajakset ryhmitellään DRG-ryhmiin. Jokaiselle DRG-ryhmälle annetaan kustannuspaino (DRG-paino), joka on määritelty työn vaativuuden mukaan. Kustannuspainoilla painotetuista hoitajaksoista käytetään nimeä DRG-hoitajakso.

Sairaanhoitopiirien aineistojen sisältämät vuodeosasto- ja päiväkirurgiset hoitajakset ryhmitellään DRG-luokkiin eli voimavarojen kulutukseltaan samanlaisiin potilasryhmiin. Aineistossa on painoina käytetty Uudenmaan sairaanhoitopiirin ja HYKS:n toimittamia DRG-painoja vuodelta 1999.

CASEMIX INDEKSI = yksikössä hoidettujen potilaiden määrä painotettuna keskiarvona / odotusarvon koko maan potilasmäärästä ko. alueella painotettuna keskiarvona

DRG-painoja muunnetaan siten, että ne vastaavat koko maan potilaskunnan hoidettavuuden rakennetta eli case-mixiä. Casemix on koko maan tasolla 1,0.

YKSIKÖN KUST = yksikön kustannukset

YKSIKÖN HINTAKORJ KUST = palkkaindeksillä korjatut kustannukset

SAIRAALAN KUST = sairaalan kustannukset

Panoksia voidaan mitata voimavarakäyttönä (henkilötyövuosia, pääomaa jne.) tai rahamääräisesti kustannuksina. Kokonaiskustannukset muodostuvat sairaalan toimintakuluista, käyttöomaisuuden poistoista sekä vieraan pääoman kuluista. Toimintakulut muodostuvat pääosin henkilöstömenoista, erilaisista materiaalin ja palvelujen ostoista sekä vuokramenoista. Palkkatietoina on käytetty vuoden 2001 palkkatietoja jaoteltuina ryhmittäin: lääkärit, hoitohenkilökunta ja muut. Kustannusten laskennan lähtökohtana ovat kunkin sairaalan erikoisalakohitaiset kustannukset. Koko sairaalan kustannukset ovat erikoisalojen kustannusten summa.

Koko aineistosta lasketaan vuosittaiset keskimääräiset yksikkökustannukset hoitajaksoille, päivystyskäynneille ja ajanvarauskäynneille. Yksikkökustannusten laskennassa kokonaiskustannukset jaetaan hoitajaksoille, päivystys- ja muille käynneille samassa suhteessa kuin kokonaistuotos jakaantuu eri suoritetyypeille, eli siinä suhteessa kuin kaikki hoitajakset ja käynnit jakaantuvat. Hoitajakset, päivystyskäynnit ja ajanvarauskäynnit saadaan vertailukelpoisiksi käyttämällä painotettuja arvoja.

YKSIKÖN PAINOTETTU KOKONAISTUOTOS = painokertoimilla kerrotut yksikössä tuotetut episodit, päivystysepisodit ja ajanvarausepisodit

SAIRAALAN PAINOTETTU KOKONAISTUOTOS = painokertoimilla kerrotut sairaalassa tuotetut episodit, päivystysepisodit ja ajanvarausepisodit

Sairaalan tai sairaalan yhden erikoisalan kokonaistuotos muodostuu tuotetuista episodeista, päivystysepisodeista ja ajanvarausepisodeista. Tuottavuuslukuja laskettaessa erityyppisten episodien määrät kerrotaan vastaavilla episodeille lasketuilla painokertoimilla. Sairaalan tai erikoisalan euromääräinen kokonaistulos saadaan, kun painotetut episodien määrät kerrotaan vastaavilla keskimääräisillä yksikkökustannuksilla. Panoksina ovat sairaalan tai sairaalan yhden erikoisalan kokonaiskustannukset. Samantyyppisten sairaaloiden tuottavuutta voidaan verrata siten, että sairaalan tuottavuusluku suhteutetaan sairaalatyypin keskimääräiseen tuottavuuteen. Tuottavuuden vertailua voidaan tehdä sekä koko sairaalan tasolla että erikoisalan tasolla.

IKÄ- JA SPVAKIOITU KÄYTTÖ = sairaanhoitopiirin väestön hoidettujen episodien määrä jaettuna sairaanhoitopiirin väestölle lasketulla tapausten odotusarvolla.

Odotusarvo tarkoittaa sitä arvoa, joka saataisiin, jos sairaanhoitopiirin väestön ikä- ja sukupuolirakenne olisi sama kuin koko maassa. Kun tunnusluku saa suuremman arvon kuin 100, episodeja on sairaanhoitopiirissä iän ja sukupuolen perusteella maan keskiarvoa enemmän.

LAKKODUMMY = oliko sairaala lakossa vuonna 2001

SAIRSIJAT = erikoissairaanhoidon yksikön sairaansijat

SAIRSIJAT (2) = erikoissairaanhoidon yksikön sairaansijojen neliö

SAIRAALAN OSUUS OMIEN ASUKKAIDEN HPSTA = sairaalan osuus omien asukkaiden hoitopäivistä

SAIRAALAN OSUUS OMIEN AS KUST = sairaalan osuus omien asukkaiden kustannuksista

TOP_5 HOITOJEN OSUUS = kuinka paljon kaikista hoitojen kustannuksista muodostuu 5 yleisimmän hoidon takia

TOP_10 HOITOJEN OSUUS = kuinka paljon kaikista hoitojen kustannuksista muodostuu 10 yleisimmän hoidon takia

SAIRANHOITOPUIRIN KOKO = asukasmäärä sairaanhoitopiirissä

ERIKOISSAIRAANHOIDON OSUUS = erikoissairaanhoidon osuus koko sairaanhoidosta

YKSITYISSEKTORIN KÄYTTÖ = yksityisen sairaanhoidon osuus erikoissairaanhoidossa

KESKIM ETÄISYYS = potilaiden keskimääräinen etäisyys sairaalasta

SAIRAALOIDEN LKM ALUEELLA = sairaaloiden lukumäärä sairaanhoitopiirissä

Etk = erikoislääkärijohtoisten terveyskeskusten lukumäärä sairaanhoitopiirin alueella

TARVEKERROIN1 = yhdistetty tarvekerroin

TARVEKERROIN2 = ikä- ja sukupuolirakenteen mukainen tarvekerroin

TARVEKERROIN3 = sairastavuuden mukainen tarvekerroin

4 Menetelmät

4.1 Tehokkuuden mittaaminen

4.1.1 DEA-menetelmät yleisesti

Tässä osuudessa tehdään katsaus DEA-menetelmistä viimeisen parin vuoden aikana julkaistuissa artikkeleissa. Koska aiheesta julkaistuja artikkeleja on todella paljon, ei tässä työssä pyritäkään käymään läpi kaikkia aiheeseen liittyviä osa-alueita, vaan keskitytään muutamaan oleellimpaan alueeseen.

4.1.1.1 Tehokkaimman yksikkökoon selvittäminen – G. R. Jahanshahloo, M. Khodabakhshi [2]

Tekijät ehdottavat input-output-suuntautunutta mallia tehokkaimman yksikkökoon (MPSS) selvittämiseksi. Input-output-mallissa pyritään samanaikaisesti maksimoimaan tuotoksia ja minimoimaan panoksia. Artikkelissa esitetään yksikön olevan optimikokoinen, jos yllä olevan mallin kohdefunktion arvo optimissa on nolla ja lisäksi useamman optimipisteen tapauksessa muissa optimipisteissä slack-muuttujat saavat arvon nolla. Menetelmä soveltuu optimikoon etsimiseen, mutta suhteellisten tehokkuuksien laskemiseen tekijät suosittelevat CCR:n ja BCC:n tai vastaavien menetelmien käyttöä.

4.1.1.2 Ulkoisten tekijöiden vaikutuksen ja tehottomuuden erottaminen toisistaan – M. Muñiz [3]

Artikkelissa käydään läpi kolme menetelmää ulkoisten tekijöiden vaikutuksen ja todellisen tehottomuuden erottamiseksi toisistaan. Menetelminä ovat Bankerin ja Moreyn 1986 esittämä menetelmä, Friedin ja Lovellin vuonna 1996 esittämä menetelmä ja uusi artikkelin kirjoittajan kehittämä malli.

Bankerin ja Moreyn mallissa muunnetaan alkuperäistä DEA-mallia siten, että kunkin tuotantoyksikön vertailu ryhmää pienennetään. Pienennettyyn vertailuryhmään kuuluvat ainoastaan ne tuotantoyksiköt, jotka käyttävät vähemmän panosta, jonka määrään ei voida vaikuttaa. Tätä mallia käyttämällä kaikki alkuperäisen mallin tehokkaat yksiköt kuitenkin pysyvät tehokkaina, joten malli vaikuttaa ainoastaan tehottomiin yksiköihin.

Friedin ja Lovellin malli on kolmivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa lasketaan yksiköille tehokkuudet tavanomaisella DEA-menetelmällä. Toisessa vaiheessa pyritään minimoimaan ensimmäisellä kierroksella saatujen slack-muuttujien arvot kunkin tuotantoyksikön hallitsemattoman panoksen tai tuotoksen arvolla. Tällä tavoin saadaan jaettua ensimmäisellä kierroksella laskettu tehottomuus todelliseen tehottomuuteen ja ulkoisista tekijöistä aiheutuvaan tehottomuuteen. Kolmannessa vaiheessa tuotantoyksiköiden hallittavissa olevien tuotosten tai panosten arvoja muunnetaan vaiheessa kaksi laskettujen arvojen perusteella.

Artikkelin kirjoittajan malli on muunnelma Friedin ja Lovellin mallista. Ensimmäinen ja toinen vaihe pysyvät samoina, mutta kolmannessa vaiheessa tehtävä muunnos poikkeaa hieman alkuperäisestä. Uudessa mallissa tehtävä muunnos ei riipu lainkaan todellisesta tehottomuudesta vaan ainoastaan ulkoisten tekijöiden vaikutuksesta. Artikkelissa esitettyjen tulosten perusteella (Espanjan julkisten lukioiden tehokkuusvertailu, ulkoisina tekijöinä oppilaiden sosio-ekonominen tausta) kolmivaiheisilla malleilla saatiin huomattavasti uskottavammat tulokset kuin yksivaiheisella mallilla. Friedin ja Lovellin ja kirjoittajan muunnellun mallin välillä ei kuitenkaan ollut merkittävää eroa.

4.1.1.3 Ei-toivotut tuotokset – L. Seiford, J. Zhu [4]

Artikkelissa käsitellään ei-toivottujen tuotosten huomioimista DEA-mallissa. Tavallisesti DEA-malleissa kaikki tuotokset oletetaan positiiviseksi ja siten muiden tekijöiden pysyessä muuttumattomina tuotostamäärän kasvattaminen nostaa tuotantoyksikön tehokkuutta. Tehokkuusvertailussa voi kuitenkin olla perusteltua käyttää mittareina myös ei-toivottuja tuotoksia kuten esim. päästöjä.

Tekijät ehdottavat käytettäväksi mallia, jossa tuotokset jaetaan toivottuihin y^s ja ei-toivottuihin y^b . Tämän jälkeen tehokkuudet lasketaan CCR- tai BCC-menetelmällä siten, että ei-toivottujen tuotosten arvojen tilalla käytetään niiden vastalukuja eli $y^{b'} = 1/y^b$. Mallin todetaan toimivan myös päinvastaisissa tilanteissa eli tilanteissa, joissa tehokkuuden parantaminen vaatii jonkin panoksen lisäämistä. Artikkelissa esitetään 30 sahan neljän ei-toivotun tuotoksen (päästölajin) mallilla lasketut tehokkuudet. Tuloksista nähdään, että ei-toivottujen tuotosten huomioiminen voi muuttaa tehokkuusindeksejä huomattavasti.

4.1.1.4 Yhteenveto järjestysmenetelmistä – N. Adler, L. Friedman, S. Sinuany-Stern [5]

Artikkelissa esitellään kuusi tuotantoyksiköiden keskinäisen järjestyksen selvittämiseen käytettyä menetelmää. Menetelmät ovat: Cross-efficiency-menetelmä, super-efficiency-menetelmä, benchmarking-menetelmä, tilastolliset monimuuttujamenetelmät, tehottomien yksiköiden järjestysmenetelmät ja monitavoitteiset päätöksentekomenetelmät.

Cross-efficiency-menetelmässä tuotantoyksiköille lasketaan tehokkuudet käyttämällä kunkin yksikön optimaalisia painoja. Summaamalla ja skaalaamalla lasketut indeksit saadaan yksiköille järjestysindeksi. Menetelmää soveltamalla voidaan myös tutkia, onko yksikkö tuotosten ja panosten suhteen oman tiensä kulkija vai muistuttaako se muita yksiköitä.

Super-efficiency-menetelmässä poistetaan optimoitavan tuotantoyksikön tehokkuuden rajoitus. Näin tehokkaat yksiköt voivat saada yli yhden olevia tehokkuusindeksejä ja kaikki yksiköt voidaan järjestää tehokkuusindeksien perusteella. Muuten menetelmä vastaa perus-DEA-menetelmiä, joten sillä saadut arvot poikkeavat perusmallista ainoastaan tehokkaiden yksiköiden osalta.

Benchmarking-menetelmässä tehokkaat yksiköt saadaan järjestykseen tutkimalla niiden tärkeyttä tehottomien yksiköiden benchmarkkeina. Toisin sanoen selvitetään tehottomien yksiköiden referenssiyksiköt

tehokkuusrintamalla ja järjestetään tehokkaan yksiköt sen mukaa, kuinka useasti kukin yksikkö on referenssinä.

Artikkelissa on esitelty kolme tilastollista menetelmä. Regressioanalyysia muistuttavalla CCA (Canonical correlation analysis) -menetelmällä lasketaan koko tuotantoyksikköjoukolle yksi tulos/panos-vektori, jonka avulla määritetään järjestys. DDEA (Linear discriminant analysis) -menetelmässä lasketaan tehottomiin ja tehokkaisiin jaetulle tuotantoyksikköryhmälle lineaarinen pisteytysfunktio, jonka avulla yksiköt saadaan järjestykseen. DR/DEA (Discriminant analysis of ratios) -menetelmässä lasketaan tavallisen DEA-menetelmän tehokkuusindeksejä vastaavat indeksit, mutta käytetyt painokertoimet ovat kaikilla yksiköillä samat.

Tehottomien yksiköiden järjestämiseen esitetään käytettäväksi Measure of inefficiency dominance -menetelmää. Menetelmällä järjestetään tehottomat yksiköt käyttäen niiden keskimääräistä tehottomuutta kunkin panoksen ja tuotoksen suhteen. Artikkelissa huomautetaan, että myös tilastollisia ja cross correlation -menetelmiä voidaan käyttää ainakin jossain määrin tehottomien yksiköiden järjestämiseen.

Monitavoitteista päätöksentekoa voidaan käyttää mm. asettamalla tuotoksille ja panoksille rajoituksia siten, että tuotanto ja resurssien käyttö ohjautuu haluttuun suuntaan. Monitavoitteisen päätöksenteon ja DEA-menetelmän yhteyksistä ollaan monta eri mieltä. Osa tutkijoista on sitä mieltä, että aloja ei pidä sekoittaa keskenään, kun taas toiset ovat sitä mieltä, että DEA-menetelmät pitäisi mieltää yhtenä päätöksenteon osa-alueena.

4.1.1.5 Käytettävien tuotos- ja panosmuuttujien karsiminen – L. Jenkins, M. Anderson [6]

DEA-menetelmällä saadut tulokset ovat herkkiä käytettyjen panosten ja tuotosten suhteen. Mitä enemmän tuotos- ja panosmuuttujia on käytössä, sitä useampi yksikkö määritetään analyysissa tehokkaaksi. Artikkelissa esitetään muuttujien korrelaatioihin perustuva menetelmä tuotos- ja panosmuuttujien määrän karsimiseksi. Muuttujat skaalataan ja kunkin muuttujan vaikutus muuttujien yhteenlaskettuun varianssiin lasketaan. Ne muuttujat, joiden vaikutus yhteenlaskettuun varianssiin on vähäinen, voidaan poistaa ilman, että menetetään paljon informaatiota. Ideaalitulanteessa karsitun muuttujajoukon yhteenlaskettu varianssi on lähes sama kuin alkuperäinen varianssi ja siten sen sisältämä informaatio yhtä suurin kuin alkuperäisen joukon. Todellisuudessa joudutaan kuitenkin tapauskohtaisesti määrittelemään, kuinka suuri muutos muuttujien yhteenlasketussa varianssissa on hyväksyttävä.

4.1.1.6 Tehokkuusrintaman muutokset ja osittain kiinteät panokset/tuotokset – P. Ouellette, V. Vierstraete [7]

Artikkelissa käsitellään tilannetta, jossa tuotosten ja panosten määrät eivät ole vapaasti yksiköiden valittavissa edes pitkällä aikavälillä. Tilanteen mallintamista varten esitetään malli, jossa nämä vain osittain vaikutettavissa olevat muuttujat on huomioitu. Artikkelissa keskitytään tehokkuusrintaman siirtymiseen ja

siirtymisen kuvaamiseen Malmquistin indekseillä. Menetelmän toimintaa on esitelty 15 kanadalaisen sairaalan datan avulla.

4.1.1.7 Tehokkain yksikkökoko ja joustot – H. Fukuyama [8]

Artikkelissa käsitellään Bankerin ja Thrallin MPSS-käsitettä, Fären suunnatun etäisyysfunktion käsitettä ja suunnatun etäisyysfunktion joustoja. Bankerin ja Thrallin määritelmään on tehty lisäyksiä ja näytetty, että uusi menetelmä on yhtäpitävä Fären menetelmän kanssa. Artikkelissa rakennetaan kaava suunnatun kokoluokan muutoksen joustolle ja esitellään joustokaavan ominaisuuksia. Joustokaavan osoitetaan yhtyvän erikoistapauksessa Farrellin kokoluokan joustoyhtälöihin, mutta yleisessä tapauksessa poikkeavan niistä joskus huomattavastikin.

4.1.1.8 Panos-tuotos-suhteen käyttö – Y. Chen, A. I. Ali [9]

Artikkelissa esitetään menetelmä tehokkaalla rintamalla olevien tuotantoyksiköiden löytämiseksi tuotos-panos-suhteiden avulla. Kirjoittajat todistavat artikkelissa, että ne tuotantoyksiköt, joilla on suurin tuotos-panos-suhde millä tahansa yhdellä tuotos-panos-parilla, kuuluvat tehokkaaseen rintamaan. Menetelmä on laskennallisesti selvästi kevyempi kuin DEA-menetelmä, joten se sopii suurten datamäärien käsittelyyn, mutta sillä ei kuitenkaan saada selville kaikkia tehokkaita yksiköitä.

4.1.1.9 DEA-menetelmän käyttö keskenään riippuvien, erikoistuneiden yksiköiden tehokkuuden määrittämisessä – L. Castelli, R. Pesenti, W. Ukovich [10]

Artikkelissa esitetään DEA-tyyppinen menetelmä keskenään riippuvien ja erikoistuneiden (ali)yksiköiden tehokkuuksien määrittämiseen ja vertailuun. (Ali)yksiköillä voidaan kuvata esimerkiksi yrityksen eri liiketoimintayksiköitä. Mallissa käytetään tehokkuuden sijasta erillistä W-tehokkuutta, jota maksimoimalla saadaan tehokkuuslukemat aliyksiköille ja aliyksiköiden muodostamalle kokonaisuudelle. Kirjoittajat toteavat, että vertailtavien yksiköiden epähomogeenisuus ja siten rajallinen vertailtavuus voi aiheuttaa ongelmia menetelmän käytössä.

4.1.1.10 DEA-mallin herkkyys datan kohinalle – R. Metters, V. Vargas, C. Whybark [11]

Artikkelissa tutkitaan DEA-mallilla saatavien tehokkuusindeksien herkkyyttä panos- ja tuotosdatassa esiintyvälle kohinalle. Kohinan vaikutukselle esitetään matemaattiset perusteet ja vaikutuksia valaistaan esittämällä julkaistuja tutkimuksia, joissa kohinalla on ollut suuri vaikutus määritettyihin tehokkuusindekseihin. Tehokkuuden vaikutusten tutkimiseen esitetään käytetyn datan muuntelemista ”strategisissa” kohdissa, mutta selkeää menetelmää kohinan vaikutusten laskemiseksi ei esitetä.

4.1.1.11 Tehokkaan rintaman siirtyminen – T. Sueyoshi, S. Aoki [12]

Artikkelissa esitetään ei-parametrinen tilastollinen ns. Kruskal-Wallis-testi tehokkaan rintaman siirtymisen tutkimista varten. Menetelmässä lasketaan kaikkien tuotantoyksiköiden kaikkien ajanhetkien tehokkuusindeksit ja annetaan kullekin indeksiluku (1,2,...). Laskemalla yhteen kunkin ajanhetken indeksilukujen summien neliöt saadaan χ^2 -jakautunut tunnusluku, jonka arvosta voidaan päätellä, onko tehokas rintama siirtynyt ajanhetkien välillä jollain tietyllä todennäköisyydellä. Jos voidaan olettaa, että rintama on siirtynyt jollain välillä, voidaan väli selvittää tutkimalla peräkkäisten ajanjaksojen indeksilukujen summien erotusta. Menetelmän toimintaa on esitelty käyttämällä Japanin postilaitoksia käsittelevää dataa.

4.1.1.12 Super-efficiency ja herkkyysanalyysi – J. Zhu [13]

Artikkelissa käydään läpi super-efficiency-menetelmän herkkyysanalyysiä. Herkkyysanalyysissä käsiteltävää tuotantoyksikköä ja muita yksiköitä käsitellään erillisinä ryhminä. Ryhmien dataa voidaan muuttaa erikseen tai samaan aikaan yksikön herkkyuden selvittämiseksi. Artikkelissa on myös esitetty välttämättömät ja riittävät ehdot, joilla tuotantoyksikkö voidaan määrittää tehokkaaksi.

4.1.2 Projektissa käytetyt DEA-menetelmät

Data envelopment analysis (DEA) on lineaarisen ohjelmoinnin sovellus, joka alun perin suunniteltiin voittoa tavoittelemattomien organisaatioiden tehokkuuden mittaamiseen. DEA-menetelmää on sen viimeisen 25 vuoden aikana käytetty useissa eri maissa mm. sairaaloiden, terveyskeskusten, poliisilaitosten, koulujen, yliopistojen ja pankkien tehokkuuksien määrittämiseen.

Tuotantoyksiköiden tehokkuuksien laskemiseksi DEA-menetelmällä määritetään vertailtavalle tuotantoyksikköryhmälle selkeät panokset ja tuotokset. Tämän vuoksi on tärkeää, että vertailtavat yksiköt toimivat riittävän samankaltaisissa olosuhteissa, jotta valitut tuotokset ja panokset kuvaisivat vertailtuja yksiköitä tasapuolisesti ja tarkoituksenmukaisesti. Esimerkiksi yliopistoja vertailtaessa panokseksi voitaisiin määrittää kunkin yliopiston saama rahoitus ja tuotoksiksi valmistuneiden henkilöiden ja julkaistujen tutkimusraporttien määrä. Panosten x_i ja tuotosten y_j avulla kullekin vertailtavalle yksikölle saadaan tehokkuudeksi:

$$\text{Eff} = \frac{\sum_j u_j y_j}{\sum_i v_i x_i},$$

jossa v_i ja u_j ovat kunkin panoksen ja tuotoksen painokertoimet. Lasketut tehokkuudet skaalataan välille 0–1, jolloin saadaan kunkin yksikön suhteellinen tehokkuus.

Tehokkuuden laskeminen DEA-menetelmällä perustuu painokertoimien v_i ja u_j sopivaan valitsemiseen. Kunkin tuotantoyksikön tehokkuus maksimoidaan vuorotellen valitsemalla sopivat painot siten että minkään

yksikön tehokkuus ei ylitä valituilla painoilla arvoa 1. Yksiköt pyritään siis esittämään ”parhaimmassa mahdollisessa valossa”.

Perus DEA-malleihin kuuluvat Charnesin, Cooperin ja Rhodesin vuonna 1978 esittämä CCR-malli ja Bankerin, Charnesin ja Cooperin vuonna 1984 esittämä BCC-malli. CCR-mallissa oletetaan skaalatuottojen pysyvän vakiona eli kaiken kokoisten yksiköiden pystyvän toimimaan yhtä tehokkaasti. BCC-malli muistuttaa muuten CCR-mallia, mutta skaalatuottojen vakio-oletuksesta on luovuttu: BCC-mallissa yksiköiden suoritusta verrataan vain toisiin saman kokosiin yksiköihin. Näin ollen yksikön BCC- ja CCR-tehokkuuksien erotus voidaan tulkita epäoptimaalisesta koosta johtuvaksi tehottomuudeksi. Kummastakin mallista on sekä tuottoja maksimoiva että panoksia minimoiva versio. Tuotoksia maksimoiva CCR-malli voidaan esittää muodossa [15]:

$$\begin{aligned} & \max h_0 \\ & h_0 = \frac{\sum_j u_j y_{j0}}{\sum_i v_i x_{i0}} \\ & \text{s.e.} \\ & \frac{\sum_{j=1}^n u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1 \quad k = 0, 1, \dots, N \\ & u_j, v_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

ja tuotoksia maksimoiva BCC-malli muodossa [2]:

$$\begin{aligned} & \max h_0 \\ & h_0 = \frac{\sum_{j=1}^n u_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0} + c_0} \\ & \text{s.e.} \\ & \frac{\sum_{j=1}^n u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik} + c_0} \leq 1 \quad k = 0, 1, \dots, N \\ & u_j, v_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n, c_0 \text{ rajoittamaton} \end{aligned}$$

BCC mallissa muuttujan c_0 arvosta voidaan päätellä, onko yksikön koko optimaalinen, optimia pienempi vai optimia suurempi seuraavalla tavalla [17]:

- kun $c_0 = 0$, yksikkö on optimikoossa

- kun $c_0 < 0$, yksikkö on optimikokoa suurempi
- kun $c_0 > 0$, yksikkö on optimikokoa pienempi

Perus CCR- ja BCC-malleilla saadaan laskettua eri sairaaloiden suhteelliset tehokkuudet. Näiden tehokkuuksien avulla sairaalat saadaan jaettua kahteen ryhmään: tehokkaisiin ja tehottomiin. Koska kaikille tehokkaille yksiköille saadaan sama tehokkuusindeksi, ei niiden keskinäisestä tehokkuusjärjestyksestä voida sanoa mitään. Tehokkaat yksiköt voidaan saada järjestykseen esimerkiksi ns. super-efficiency-menetelmällä. Super-efficiency-malli muistuttaa perus-DEA-malleja, mutta siinä kulloinkin optimoitavana olevan yksikön tehokkuusindeksin sallitaan saada yli yhden olevia arvoja. Panoksia minimoiva CCR-super efficiency malli on muotoa [16]:

$$\begin{aligned} & \max h_0 \\ & h_0 = \frac{\sum_j u_j y_{j0}}{\sum_i v_i x_{i0}} \\ & \text{s.e.} \\ & \frac{\sum_{j=1}^n u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1 \quad k = 1, 2, \dots, N \\ & u_j, v_i \geq 0 \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \end{aligned}$$

Super efficiency-malli muuttaa ainoastaan alun perin tehokkaiksi määritettyjen yksiköiden indeksejä. Tehottomiin yksiköihin sillä ei ole vaikutusta.

DEA-menetelmällä lasketut tehokkuusindeksit ja niiden tulkinta riippuu voimakkaasti valituista panos- ja tuotosmuuttujista, ja siksi niiden valinta on syytä tehdä huolella. Käytettävien muuttujien määrä on syytä rajata mahdollisimman pieneksi, sillä mitä useampia panos- ja tuotosmuuttujia käytetään, sitä useampi todellisuudessa tehoton yksikkö määritetään DEA-menetelmän rakenteen vuoksi tehokkaaksi. Tässä projektissa panos- ja tuotosmuuttujat oli määritelty ennalta, joten niiden valitseminen ei aiheuttanut ongelmia. Panoksina käytimme yksikön palkkaindeksillä korjattuja kustannuksia ja tuotoksina kustannuspainotettuja hoitajaksoja, ajanvarauskäyntejä ja päivystyskäyntejä.

4.2 Tilastolliset menetelmät

Tässä kappaleessa kuvataan käyttämämme tilastolliset menetelmät, joilla analysoimme tehokkuutta selittäviä tekijöitä. Tarkemmin menetelmät on kuvattu esimerkiksi Pertti Lainisen teoksessa Tilastollisen analyysin perusteet [14].

4.2.1 Korrelaatiot

Välimatka- ja suhdeasteikollisten muuttujien korrelaatiokerroin (Pearsonin tulomomenttikorrelaatiokerroin) voidaan määrittää kaavalla

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}},$$

missä \bar{x} ja \bar{y} ovat vastaavien muuttujien havaintojen aritmeettiset keskiarvot. x- ja y-havainnot liittyvät samaan havaintoyksikköön ja havaintojen lukumäärä on n. Korrelaatiokerroin mittaa x- ja y-havaintojen välisen lineaarisen tilastollisen riippuvuuden voimakkuutta. Kun $r_{xy} = 1$, havaintojen välillä on funktionaalinen lineaarinen riippuvuus ja ne asettuvat täydellisesti nousevalle suoralle. Kun $r_{xy} = -1$, suora on laskeva. Jos $r_{xy} = 0$, havaintojen välillä ei ole lineaarista riippuvuutta.

Satunnaismuuttujien korreloimattomuutta voidaan testata muodostamalla testisuure

$$t = \sqrt{n-2} \frac{r_{xy}}{\sqrt{1-r_{xy}^2}}.$$

Jos nollahypoteesi $H_0: r_{xy} = 0$ pätee, testisuure t noudattaa Studentin t-jakaumaa vapausasteella $n-2$. Nollahypoteesi hylätään, jos testisuureen arvo on kyllin suuri ja vastaavasti testin p-arvo on riittävän pieni. Olemme käyttäneen viiden prosentin merkitsevyytensä eli nollahypoteesi hylätään, kun p-arvo on pienempi kuin 0,05.

4.2.2 Varianssianalyysi

Varianssianalyysissä tutkittava perusjoukko koostuu kahdesta tai useammasta ryhmästä. Jokaisesta ryhmästä on poimittu toisistaan riippumattomat yksinkertaiset satunnaisotokset ja jokaisen ryhmän havaintojen oletetaan noudattavan normaalijakaumaa. Varianssianalyysissä tehtävänä on testata ryhmäkohtaisten odotusarvojen yhtäsuuruutta. Kun perusjoukon jako ryhmiin perustuu yhteen tekijään, puhutaan yksisuuntaisesta varianssianalyysistä. Tehdyistä oletuksista seuraa, että yksisuuntaisessa varianssianalyysissä kaikilla havainnoilla on oltava sama varianssi.

Yksisuuntaisessa varianssissa testataan nollahypoteesia, jonka mukaan ryhmäkohtaiset odotusarvot ovat yhtäsuuret: $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_n$, missä n on ryhmien lukumäärä. Jos nollahypoteesi hylätään, ainakin kaksi ryhmien odotusarvoista eroaa tilastollisesti merkitsevästi toisistaan. Varianssianalyysi jatkuu tällöin ryhmittelyllä, jossa selvitetään, missä ryhmissä odotusarvot poikkeavat merkitsevästi toisistaan ja missä eivät. Ryhmäkohtaisia keskiarvoja voidaan vertailla toisiinsa useilla erilaisilla menetelmillä. Olemme käyttäneet parivertailuun perustuvaa Bonferronin menetelmää.

Varianssianalyysiä voidaan käyttää ryhmäkohtaisten odotusarvojen vertailuun vain, jos oletus ryhmien varianssien yhtäsuuruudesta toteutuu. Tämän oletuksen toteutumista voidaan testata Bartlettin testillä. Jos testi johtaa oletuksen hylkäämiseen, eivät varianssianalyysin tulokset ole valideja.

4.2.3 Mannin ja Whitneyyn testi

Varianssianalyysissä tehtyjen oletusten mukaan tarkasteltavat muuttujat noudattavat normaalijakaumaa. Tämä oletus ei välttämättä pidä kovin hyvin paikkaansa tehokkuuslukujen tapauksessa, ja varianssianalyysin antamia tuloksia voidaankin tarkistaa esimerkiksi järjestyksasteikollisille muuttujille soveltuvalla Mannin ja Whitneyyn testillä. Testissä oletetaan, että on olemassa joukko riippumattomia havaintoja satunnaismuuttujan X jakaumasta otoksessa 1 ja satunnaismuuttujan Y jakaumasta otoksessa 2. X noudattaa otoksessa jakaumaa $F_X(x)$ ja Y puolestaan jakaumaa $F_Y(y)$. Otokset 1 ja 2 oletetaan riippumattomiksi. Nollahypoteesin mukaan satunnaismuuttujat X ja Y noudattavat samaa jakaumaa: $H_0: F_X(x) = F_Y(y)$. (Mannin ja Whitneyyn testin voidaan myös ajatella testaavan jakaumien mediaanien yhtäsuuruutta.) Mannin ja Whitneyyn testissä ei siis oleteta muuttujien X ja Y noudattavan normaalijakaumaa, eikä niiden jakaumien variansseja myöskään oleteta yhtäsuuriksi. Testillä voidaan kuitenkin tutkia vain parivertailuja.

4.2.4 Regressioanalyysi

Olemme koettaneet etsiä regressioanalyysin keinoin yleistä lineaarista mallia kuvaamaan BCC- ja CCR-tehokkuuksien käyttäytymistä. Yleinen lineaarinen regressiomalli voidaan esittää muodossa

$$y_j = \beta_0 + \beta_1 x_{j1} + \beta_2 x_{j2} + \dots + \beta_k x_{jk} + e_j, \quad j = 1, \dots, n,$$

jossa

y_j = selitettävän muuttujan arvo havainnossa j

x_{kj} = selittävän muuttujan x_k arvo havainnossa j

β_0 = vakioselittäjän regressiokerroin

β_k = selittäjän x_k regressiokerroin

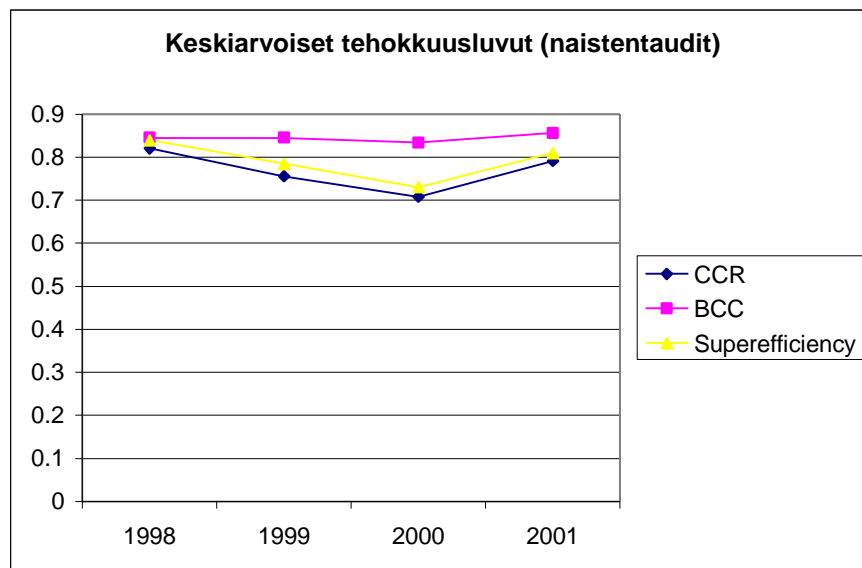
e_j = satunnainen ja tuntematon jäännöstermi havainnossa j

5 Tulokset

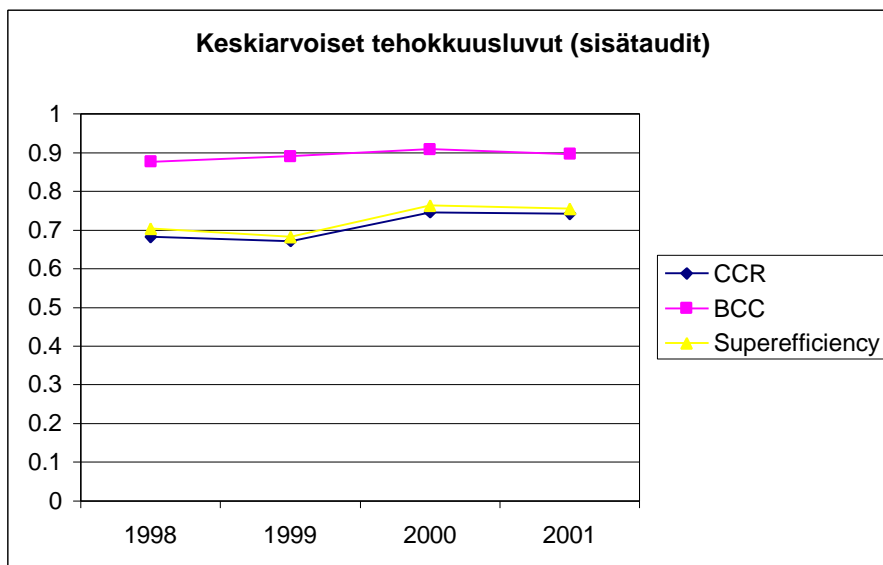
5.1 Tehokkuusluvut

Liitteessä 1 on esitetty kaikille erikoissairaanhoidoyksiköille lasketut vuosittaiset CCR- ja BCC-tehokkuudet sekä Super-efficiency tunnusluvut. Erityisen tehokkaista yksiköistä mainittakoon Vakka-Suomen (alue)sairaalan kirurgian ja sisätautien yksiköt, jotka olivat tehokkaita kaikkien mittareiden suhteen lähes kaikkina vuosina. BCC-tehokkuuden mielessä hyvin pärjäsivät mm. Pohjois-Karjalan keskussairaalan kirurgian ja naistentautien yksiköt. Yleisesti yliopistosairaalat pärjäsivät huonosti CCR-tehokkuudessa, mutta monet niistä olivat BCC-tehokkaita.

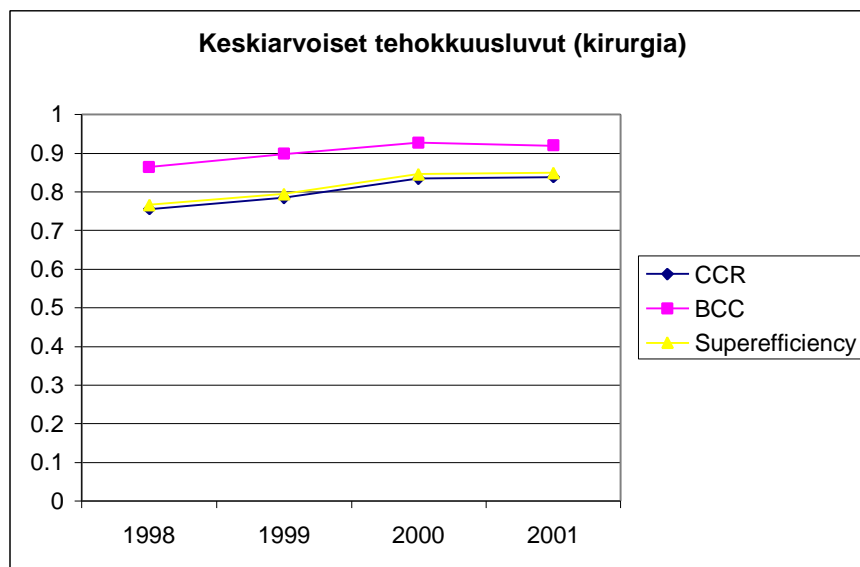
Kuvissa 1–3 on esitetty keskimääräinen tehokkuus eri vuosina erikoisaloittain. Mitään selvää trendiä ei ole tunnistettavissa kuvista, mutta etenkin BCC- ja CCR-tehokkuuksien erotus on mielenkiintoinen. Kirurgia-alalla tämä koosta johtuva tehottomuus on pysynyt lähes vakiona koko tarkkailuajanjakson, kun taas naistentautien ja sisätautien aloilla on selvää vuosittaista vaihtelua.



Kuva 1

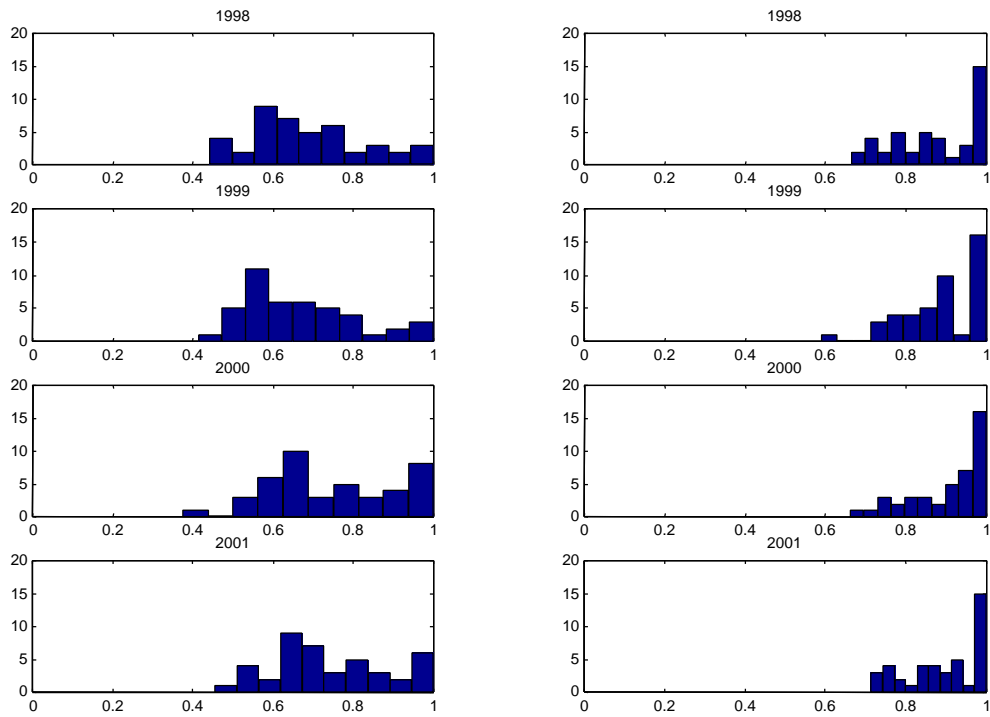


Kuva 2

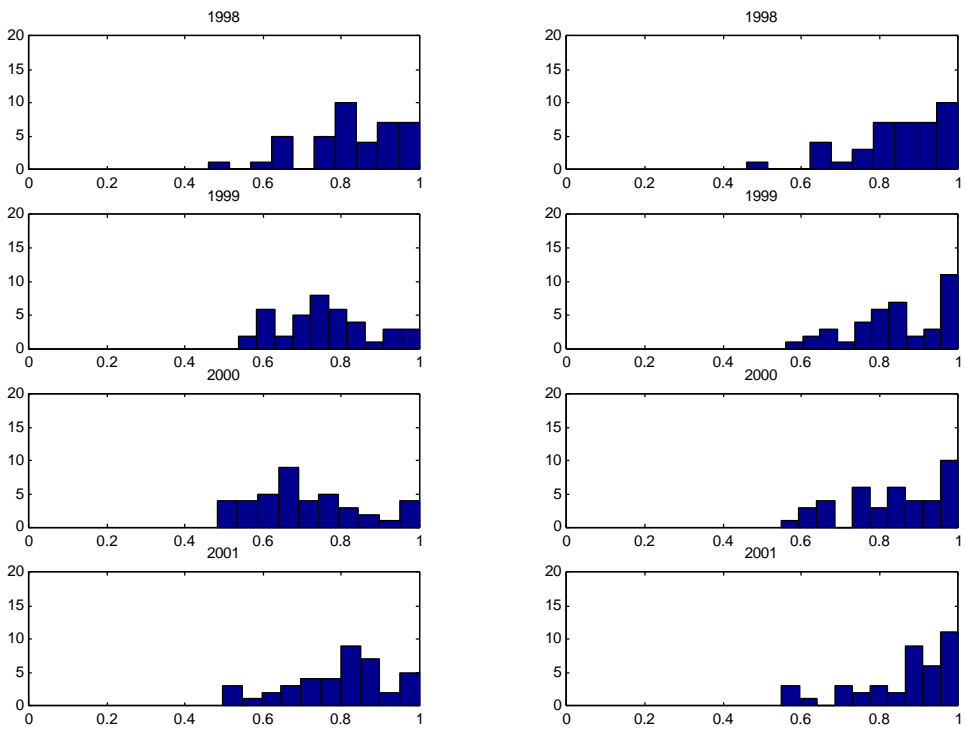


Kuva 3

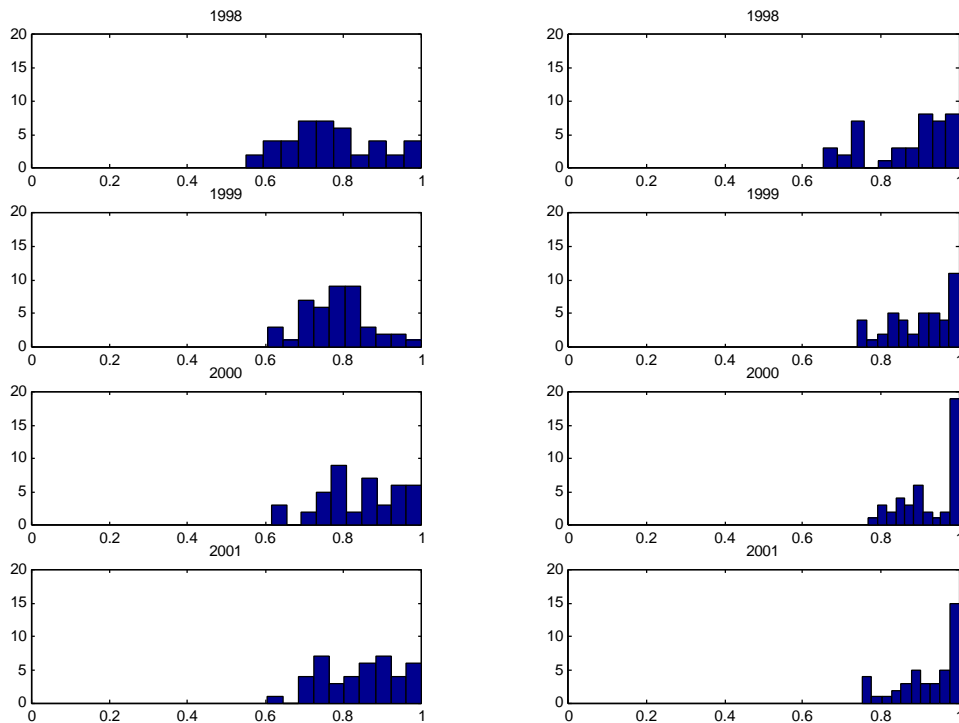
Kuvissa 4–6 on kuvattu tehokkuuslukujen jakaumat aloittain eri vuosille. Vasemmanpuoleisessa sarakkeessa on histogrammit CCR-tehokkuudelle ja vastaavasti oikeanpuoleisessa sarakkeessa BBC-tehokkuudelle.



Kuva 4 Sisätaudit



Kuva 5 Naistentaudit



Kuva 6 Kirurgia

5.2 Selittävien tekijöiden analysointi

5.2.1 Korrelaatiot CCR- ja BCC-tehokkuuksille

Korrelaatiot selittävien muuttujien kanssa erikoisaloittain CCR- ja BCC-tehokkuusluville sekä niiden erotukselle ja c_0 :lle näkyvät liitteessä 2. Liitteessä 3 näkyy kaikista erikoisaloista muodostetulle yhdistetylle datalle saadut vastaavat arvot. Selittävinä tekijöinä toimivat Stakesilta saadussa datassa annetut erilaiset sairaaloiden toimintaympäristöön liittyvät muuttujat, joista kerrottiin lähemmin Määritelmät-osiossa. Liitteiden 2 ja 3 taulukoissa näkyvät korrelaatiokertoimien alapuolella testisuureille lasketut P-arvot neljän desimaalin tarkkuudella. Kun P-arvo on pienempi kuin 0,05, on korrelaatio tilastollisesti merkitsevää viiden prosentin merkitsevyystasolla. Naistentautien ja kirurgian erikoisalojen datassa oli muutamia puuttuvia arvoja, minkä takia jouduimme poistamaan joitakin havainnoista ennen korrelaatioiden laskemista.

Kaikki tilastollisesti merkitsevät korrelaatiot on merkitty erikoisaloittain taulukoon 1, ja kuten huomataan, eri erikoisaloille saadaan hieman erilaisia tuloksia. Eniten korrelaatioita näyttää löytyvän sisätautien erikoisalalle ja vähiten puolestaan naistentaudeille. Kaikille erikoisaloille yhteisiä selittäviä tekijöitä näyttäisivät olevan BCC-tehokkuudelle painotetut hoitojaksot ja avohoito, etk, sairaalan painotettu kokonaistuotos, sairaalan tuottavuus, molemmat sairaansija-muuttujat ja yksikön painotettu kokonaistuotos. CCR-tehokkuudelle puolestaan ainoastaan sairaalan tuottavuus on kaikille erikoisaloille yhteinen selittäjä.

BCC- ja CCR-tehokkuuksille saatujen korrelaatioiden merkit poikkeavat välillä toisistaan, mikä onkin ymmärrettävää, sillä BCC-tehokkuus nostaa esimerkiksi huonon CCR-tehokkuuden saavat suuret sairaalat tehokkaimpien yksiköiden joukkoon. Sen sijaan on vaikeampi selittää, miksi naistentautien erikoisalain CCR-tehokkuuden korrelaatio sairaaloiden lukumäärän kanssa on positiivista, kun se muiden erikoisalojen suhteen onkin negatiivista.

Taulukko 1

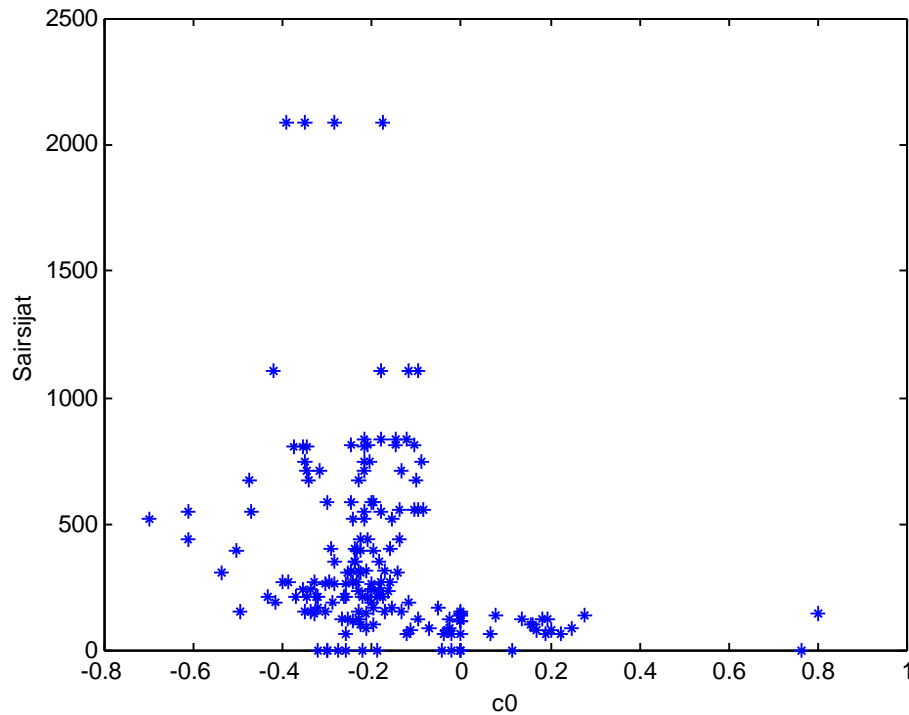
	<i>Sisätaudit</i>			<i>Naistentaudit</i>			<i>Kirurgia</i>		
	CCR	BCC	Sup.eff.	CCR	BCC	Sup.eff.	CCR	BCC	Sup.eff.
AVOHOITO	-0,49	0,42	-0,43		0,41		-0,29	0,34	-0,28
CASEMIX	-0,39		-0,36		0,20		-0,31	0,21	-0,30
EOSUUS									
ETK	0,21	0,23	0,21		0,18			0,16	
HOITOJ	-0,52	0,39	-0,46		0,44		-0,32	0,34	-0,30
IKAVAKIO	0,48	0,35	0,48						
KMETAISYY									
OSUUSHPST	-0,45		-0,43				-0,20		-0,23
OSUUSKUST	-0,52		-0,49			-0,17	-0,24		-0,27
PIIRINKOK	-0,17	0,19	-0,13						
SIJAT1	-0,61	0,27	-0,54		0,41		-0,34	0,31	-0,33
SIJAT2	-0,44	0,15	-0,38		0,33		-0,33	0,27	-0,29
SLKM	-0,18	-0,23	-0,17	0,17		0,21		-0,17	-0,16
STUOTOS	-0,55	0,35	-0,49		0,38		-0,33	0,32	-0,31
STUOTTAVU	0,94	0,38	0,91	0,74	0,75	0,73	0,91	0,49	0,91
TARV1		0,16							
TARV2	0,19		0,16						
TARV3		0,15							
TOP5	0,20		0,17			0,33	0,17		0,21
TOP10	0,24		0,20						
YKSITYIS		0,23	0,15						
YTUOTOS	-0,51	0,40	-0,45		0,43		-0,31	0,34	-0,29

5.2.2 Koon vaikutus

Korrelaatioanalyysin perusteella koon vaikutus sairaansijat-muuttujilla mitattuna on tilastollisesti merkitsevää kaikille erikoisaloille ja molemmille tehokkuusluville paitsi naistentautien CCR-tehokkuudelle. Koon korrelaatio CCR-tehokkuuden kanssa oli merkittävästi negatiivista ja BCC-tehokkuuden kanssa puolestaan positiivista. CCR-tehokkuus siis laskee koon kasvaessa BCC-tehokkuuden puolestaan kasvaessa. Voidaan ajatella, että sairaaloille sekä yksiköille on löydettävissä optimikoko. Suuret yksiköt tai sairaalat eivät siis saavuta merkittäviä synergiaetuja kokonsa takia, vaan suuri koko tuo mukanaan joitakin ongelmia, jotka laskevat tehokkuutta. Kuvassa 7 on sisätauti-yksiköiden sairaansija-muuttujat piirretty c_0 -tunnusluvun funktiona. Kuvasta näkyy selvästi, että kaikki yli 250 sairaansijan yksiköt ovat BCC-menetelmän mukaan optimikoko suurempia.

Liitteiden 2–3 perusteella voidaan tehdä myös päätelmiä termin c_0 ja tehokkuuslukujen erotuksen korrelaatioista selittävien tekijöiden kanssa. c_0 näyttäisi korreloivan negatiivisesti sairaalan kokoa kuvaavien sairaansijat-muuttujien kanssa, tosin tämä korrelaatio ei ole aivan kaikissa tapauksissa tilastollisesti

merkitsevää. Erotus-muuttujan korrelaatio on puolestaan positiivista. Tämäkin vahvistaa päätelmää, että tehottomuus lisääntyy sairaalan koon kasvaessa.



Kuva 7

Toinen selitys voisi olla, että suurissa sairaaloissa (yliopistosairaalat) hoidetaan kaikkein vaativimpia sairauksia, mikä saattaa laskea tehokkuutta. Tämän selvittämiseksi tutkimme eri sairaalatyypin sisäistä tehokkuuden ja yksikön koon korrelaatiota. Yksikön koolla tarkoitetaan sairaansijojen lukumäärää. Taulukossa 2 on laskettu korrelaatiot tehokkuuslukujen (BCC, CCR ja super efficiency) ja sairaalakoon suhteen jokaisen sairaalatyypin ja erikoisalalan osalta. Tummennetut korrelaatiot eivät ole tilastollisesti merkittäviä. Koska sairaalatyyppejä on 3 ja erikoisaloja myöskin 3, saadaan yhteensä 9 eri tapausta.

Huomasimme, että keskussairaaloiden osalta koolla näytti olevan positiivinen korrelaatio lähes kaikkien tehokkuuslukujen suhteen. Varsinkin BCC-tehokkuuden suhteen korrelaatio on tilastollisesti merkitsevä. Tästä voidaan päätellä, että kun sairaalakoko kasvaa, niin kasvaa myös tehokkuus keskussairaaloiden suhteen. Aluesairaaloiden osalta korrelaatiokertoimet näyttäisi olevan negatiivisia. Eli mitä isompi sairaala on kyseessä sitä pienempi tehokkuus. Yliopistosairaloissa näyttäisi olevan sama tilanne kuin aluesairaaloiden osalta. Eli isot yliopistosairaalat eivät pysty hoitamaan kovin tehokkaasti sisätauteja ja kirurgisia toimenpiteitä.

Erikoisalakohteisesti katsottuna huomataan, että sisätautien ja kirurgisten toimenpiteiden kohdalla kertoimet ovat pääosin negatiivisia. Ainoastaan keskussairaloissa tehokkuus kasvaa, kun sairaalan koko kasvaa. Naistentautien korrelaatiot ovat joka kohdassa positiivisia eli naistentauteja pystytään hoitamaan

tehokkaammin isommissa sairaaloissa. Johtopäätöksenä voidaan sanoa, että alkuperäinen hypoteesi koon ja CCR-tehokkuuden negatiivisesta korrelaatiosta näyttäisi yleisesti pätevän, poikkeuksina naistentautien erikoisala sekä keskussairaalat

Taulukko 2

Korrelaatiokertoimet

Keskussairaalat

	BCC	CCR	Super eff.
Sisätaudit			
Sairassijat	0,5263	-0,0790	-0,0796
P-arvo	0,0000	0,5525	0,5525
Naistentaudit			
Sairassijat	0,6227	0,5472	0,5477
P-arvo	0,0000	0,0000	0,0000
Kirurgiset			
Sairassijat	0,4653	0,1930	0,1939
P-arvo	0,0002	0,1411	0,1411

Aluesairaalat

Sisätaudit			
Sairassijat	-0,3879	-0,6027	-0,4847
P-arvo	0,0001	0,0000	0,0000
Naistentaudit			
Sairassijat	0,2727	0,2640	0,2285
P-arvo	0,0214	0,0261	0,0553
Kirurgiset			
Sairassijat	-0,1861	-0,2441	-0,2715
P-arvo	0,0983	0,0291	0,0148

Yliopistosairaalat

Sisätaudit			
Sairassijat	0,3433	-0,7837	-0,7837
P-arvo	0,1384	0,0000	0,0000
Naistentaudit			
Sairassijat	0,5033	0,0947	0,0946
P-arvo	0,0237	0,6912	0,6916
Kirurgiset			
Sairassijat	0,4020	-0,6493	-0,6493
P-arvo	0,0789	0,0019	0,0019

5.2.3 Erikoistumisen vaikutus

Erikoistumista mittasi muuttuja top 5 -hoitojen osuus (sisätautien datassa myös top 10 -hoitojen osuus). Korrelaatiot erikoistumisen kanssa olivat positiivisia ja tilastollisesti merkittäviä sisätautien ja kirurgian CCR-tehokkuuksille. Tämän perusteella CCR-tehokkuus siis kasvaa erikoistumisen kasvaessa (eli top 5 ja top 10 -hoitojen osuus kasvaa), ainakin sisätautien ja kirurgian osalta.

5.2.4 Varianssianalyysi

Tutkimme varianssianalyysin avulla selittäjien lakko, vuosi ja sairaalatyypin vaikutusta erikoisaloittain. Näiden muuttujien vaikutusta ei voida tutkia korrelaatiokertoimen avulla, koska ne eivät ole välimatka- tai suhdeasteikollisia muuttujia. Varianssianalyysissä oletetaan tehokkuuslukujen noudattavan normaalijakaumaa, mikä ei ole kuvien 1–3 histogrammien perusteella pidä kovin hyvin paikkaansa, joten tuloksiin on suhtauduttava hiukan kriittisesti.

Lakolla ei tunnu olleen vaikutusta kirurgian ja naistentautien erikoisaloille vuonna 2001 saatuihin CCR-tehokkuuksiin. Lakon vaikutukset eivät myöskään näy kirurgian BCC-tehokkuudessa, kun taas naistentautien BCC-tehokkuudelle syntyvät ryhmät eivät toteuta oletusta varianssien yhtäsuuruudesta, minkä takia analyysia ei voida edes tehdä. Sisätaudeille saatuja tehokkuuslukuja puolestaan ei voida käsitellä yhtenä ryhmänä lakko-muuttujan suhteen. Lakossa olleiden sairaaloiden BCC-tehokkuudelle saadaan yllättäen korkeampi tehokkuuden keskiarvo (0,9565) kuin lakkoilemattomille sairaaloille (0,8728). CCR-tehokkuudessa lakossa olleet pärjäävät huonommin (tehokkuuden keskiarvo on 0,6291) kuin muut sairaalat (0,7870).

Oletus varianssien yhtäsuuruudesta ei päde myöskään, kun tutkitaan sisä- ja naistentautien CCR- ja BCC-tehokkuuslukujen eroja sairaalatyypin mukaan. Kirurgian erikoisalalla CCR-tehokkuus voitaisiin kuitenkin jakaa sairaalatyypin mukaan seuraaviin luokkiin: aluesairaalat sekä toisena ryhmänä keskus- ja yliopistosairaalat. Korkeampi tehokkuuden keskiarvo saadaan aluesairaaloiden ryhmälle. BCC-tehokkuudelle analyysiä sairaalatyypin mukaan ei voida tehdä.

Kun tutkitaan ajan vaikutusta sisätautien erikoisalalla, varianssianalyysi kertoo CCR-tehokkuuksien odotusarvojen poikkeavan eri vuosina, mutta Bonferronin testi ei kuitenkaan löydä datasta kuin yhden ryhmän. BCC-tehokkuuksille löydetään myös vain yksi ryhmä. Vuosittaista vaihtelua naistentautien erikoisalalla löydetään vain CCR-tunnusluvulle, joka voitaisiin Bonferronin mukaan jakaa kahteen ryhmään: 1998 ja 2001 sekä 1999 ja 2000. Tehokkuuden keskiarvo on suurempi jälkimmäisessä ryhmässä. Molemmat kirurgian alan tehokkuusluvut voitaisiin ryhmitellä ajan mukaan; syntyvät ryhmät ovat 1998–1999 sekä 2000–2001, joista jälkimmäisen ryhmän tehokkuuden keskiarvo on korkeampi. Tuloksista ei siis voida vetää mitään kaikille erikoisaloille yhteistä päätelmää, eikä tehokkuuden kehityksessä ole varianssianalyysin perusteella näkyvissä selkeää muutosta ajan suhteen ainakaan muille kuin kirurgian erikoisalalle.

5.2.5 Mannin ja Whitneyyn testi

Mannin ja Whitneyyn testillä saadut tulokset lakko-muuttujalle vahvistavat varianssianalyysillä tehdyt päätelmät. Normaalijakaumasta tehty oletus ei ole siis vaikuttanut tuloksiin haitallisesti. Varianssianalyysiä ei kuitenkaan voitu soveltaa kaikissa tapauksissa, koska oletus ryhmien varianssien yhtäsuuruudesta ei toteutunut. Mannin ja Whitneyyn testin mukaan naistentautien erikoisalan BCC-tehokkuudet voidaan jakaa kahteen ryhmään lakko-muuttujan suhteen, ja korkeampi tehokkuuden keskiarvo saadaan yllättäen sairaaloille, jotka ovat olleet lakossa. Keskiarvo lakossa olleille sairaaloille on 0,9350 ja muille sairaaloille 0,8205. Vastaava tuloshan saatiin jo aiemmin varianssianalyysillä sisätautien BCC-tehokkuudelle. Sisätautien CCR-tehokkuudelle saatu tulos on puolestaan juuri päinvastainen. Kirurgian ja naistentautien erikoisalan BCC- ja CCR-tehokkuuksille ei löydetä eroja lakko-muuttujan suhteen.

Tutkittaessa sairaalatyypin vaikutusta tehokkuuteen, varianssianalyysin antamat tulokset olivat erityisen heikkoja, koska vaadittava oletus eri ryhmien varianssien yhtäsuuruudesta ei useinkaan toteutunut. Mannin ja Whitneyyn testi paljastaa, että sisätautien erikoisalan CCR-tehokkuus voidaan ryhmitellä kolmeen luokkaan: alue-, keskus- ja yliopistosairaalat. Aluesairaaloiden tehokkuuden keskiarvo on korkein, seuraavana tulevat keskussairaalat ja viimeisenä yliopistosairaalat. BCC-tehokkuudelle puolestaan syntyy kaksi ryhmää: yliopistosairaalat sekä yhdistetty alue- ja keskussairaaloiden ryhmä. Korkeampi tehokkuuden keskiarvo saadaan yliopistosairaaloille. Naistentautien ja kirurgian erikoisalojen BCC-tehokkuudelle saadaan samat tulokset kuin sisätaudeillekin. CCR-tehokkuuden suhteen puolestaan kaikki naistentautien erikoisalan sairaalatyypit muodostavat yhden yhteisen ryhmän. Kirurgien erikoisalan CCR-tehokkuudelle saadaan varianssianalyysin kanssa yhtäpitävät tulokset: dataan syntyy kaksi ryhmää, aluesairaalat sekä yhdistetty keskus- ja yliopistosairaaloiden ryhmä, joista aluesairaaloiden keskimääräinen tehokkuus on korkeampi.

Kaikkien kolmen erikoisalan BCC-tehokkuudet voidaan siis jakaa sairaalatyypin mukaan kahteen ryhmään: yhdistetty keskus- ja aluesairaaloiden ryhmä sekä yliopistosairaalat. Korkeampi tehokkuuden keskiarvo saadaan yliopistosairaaloiden ryhmälle. Tällainen ryhmittely syntyy ehkä, koska yliopistosairaalat ovat myös suurimpia sairaaloita ja ne saavat poikkeavan kokonsa vuoksi BCC-tehokkuudeksi lähes automaattisesti arvon yksi. CCR-tehokkuudelle ei synny vastaavaa kaikille erikoisaloille yhteistä trendiä.

5.2.6 Regressioanalyysi

Etsimme regressioanalyysin keinoin kaikille erikoisaloille yhteistä yleistä lineaarista regressiomallia. Kun CCR- ja BCC-tehokkuuksien selittäviksi tekijöiksi otetaan kaikki mahdolliset muuttujat, saadaan regressiomalli, joka näkyy liitteessä 4. Selitysasteet ovat korkeat: CCR:lle $R^2 = 0,8009$ ja BCC:lle $R^2 = 0,7076$. Mallit eivät ole kuitenkaan välttämättä ole parhaita mahdollisia, koska niissä esiintyy useita tarpeettomia selittäjiä, joiden regressiokertoimet eivät poikkea tilastollisesti merkitsevästi nolasta. Hyvässä regressiomallissahan kaikkien selittäjien tulisi olla tilastollisesti merkitseviä.

Etsimme parempaa regressiomallia käyttäen Statistixin Best Subset Regression -toimintoa, joka tutkii kaikki mahdolliset selittäjien yhdistelmät ja laskee niille tavalliset ja korjatut selitysasteet sekä C_p -tunnusluvut. Korjatun selitysasteen perusteella sopivimmat regressiomallit kertoimineen ja p-arvoineen näkyvät taulukoissa 3 ja 4. CCR-tehokkuudelle saadussa mallissa on yhteensä 13 selittäjää ja BCC-tehokkuudelle valitussa mallissa puolestaan 18. Malleista löytyy kuitenkin vielä selittäjiä, joiden kertoimet eivät poikkea tilastollisesti merkitsevästi nolasta. Myös varianssin inflaatiotekijät (VIF) ovat korkeita joillekin muuttujille, mikä osoittaa, että niiden välillä on voimakasta lineaarista riippuvuutta, mitä ei yleensä pidetä hyvänä regressiomalleissa.

Valitsemamme regressiomallit CCR- ja BCC-tehokkuuksille eivät täytä kaikkia hyvälle regressiomallille yleensä asetettavia edellytyksiä, mutta ne selittävät saatuja tehokkuusarvoja kuitenkin kiitettävästi: selitysaste on 0,7984 CCR:lle ja 0,7067 BCC:lle. Koska parhaan mahdollisen mallin etsiminen ei ollut projektimme päätavoite, olemmekin esittäneet lähinnä vain mahdolliset ehdotukset ilmiötä kuvaaviksi yleisiksi regressiomalleiksi.

Taulukko 3

LINEAR REGRESSION OF CCR

PREDICTOR VARIABLES	COEFFICIENT	STD ERROR	STUDENT'S T	P	VIF
-----	-----	-----	-----	-----	-----
CONSTANT	20.1408	5.4429	3.70	0.0002	
IKAVAKIO	2.77E-04	2.55E-04	1.08	0.2790	1.5
KMETAISYY	-2.90E-04	2.89E-04	-1.01	0.3152	2.2
OSUUSKUS	-0.00355	7.85E-04	-4.52	0.0000	84.5
SIJAT2	-2.88E-08	1.04E-08	-2.77	0.0058	6.3
STUOTOS	0.00981	0.00265	3.71	0.0002	10.8
STUOTTAVU	0.00544	1.68E-04	32.45	0.0000	1.6
TARV2	-0.32796	0.12595	-2.60	0.0095	35.9
TOP5	0.20198	0.0244	8.28	0.0000	1.4
YKSITYIS	0.40881	0.1202	3.40	0.0007	9.7
TARV1	0.12275	0.0853	1.44	0.1508	22.9
ERIKOISAL	0.05321	0.00385	13.83	0.0000	1.2
VUOSI	-0.01001	0.00272	-3.67	0.0003	1.1
OSUUSHPS	0.00347	7.37E-04	4.71	0.0000	72.0
R-SQUARED		0.7984	RESID. MEAN	SQUARE	0.0040
ADJUSTED R-SQUARED		0.7928	STANDARD DEVIATION		0.0633
SOURCE	DF	SS	MS	F	P
-----	---	-----	-----	-----	-----
REGRESSIO	13	7.41907	0.5707	142.24	0.0000
RESIDUAL	467	1.8737	0.00401		
TOTAL	480	9.29277			
CASES INCLUDED		481	MISSING CASES		0

Taulukko 4

LINEAR REGRESSION OF BCC

PREDICTOR VARIABLES	COEFFICIEN T	STD ERROR	STUDENT'S T	P	VIF
CONSTANT	0.44539	0.07365	6.05	0.0000	
AVOHOITO	7.70E-06	8.28E-07	9.31	0.0000	35.7
ERIKOISAL	0.01952	0.00446	4.38	0.0000	1.8
ETK	0.00378	0.00377	1.00	0.3161	1.4
HOITAJ	5.29E-05	8.13E-06	6.50	0.0000	351.3
KMETAISYY	-4.54E-04	3.20E-04	-1.42	0.1565	2.9
LAKKO	0.03059	0.01432	2.14	0.0332	1.8
PIIRINKOK	-2.11E-08	1.28E-08	-1.65	0.0990	2.8
SIJAT1	5.87E-05	2.76E-05	2.13	0.0337	14.1
SIJAT2	-3.75E-08	1.09E-08	-3.44	0.0006	7.6
STUOTOS	0.01002	0.00323	3.10	0.0020	17.4
STUOTTAVU	0.00421	1.54E-04	27.31	0.0000	1.5
TARV2	-0.2142	0.09365	-2.29	0.0226	21.5
TARV3	0.10903	0.07325	1.49	0.1373	14.7
TOP5	0.05842	0.03022	1.93	0.0538	2.4
YKSITYIS	0.24074	0.13284	1.81	0.0706	12.8
YTUOTOS	-0.05214	0.00764	-6.83	0.0000	536.5
IKAVAKIO	-5.00E-04	2.53E-04	-1.98	0.0488	1.6
CASEMIX	-0.02894	0.02892	-1.00	0.3176	4.2
R-SQUARED		0.7067	RESID. MEAN	SQUARE	0.0037
ADJUSTED R-SQUARED		0.6953	STANDARD DEVIATION		0.0608
SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REGRESSIO	18	4.11978	0.22888	61.84	0.0000
RESIDUAL	462	1.70982	0.0037		
TOTAL	480	5.8296			
CASES INCLUDED		481	MISSING CASES		0

6 Yhteenveto ja pohdinta

Projektissa on onnistuneesti laskettu tehokkuutta kuvaavat tunnusluvut sisätautien, naistentautien ja kirurgian erikoissairaanhoidon yksiköille vuosille 1998–2000. Näitä tunnuslukuja voidaan käyttää paitsi yksiköiden keskenäiseen vertailuun, myös mittaamaan kunkin yksikön tehokkuuden muutosta eri vuosien välillä. BCC- ja CCR-tehokkuuden erotuksen avulla voidaan tutkia koosta riippuvaa tehottomuutta ja tämän suhdetta varsinaiseen tekniseen tehottomuuteen.

Tilastollinen analyysi osoittaa, että yksikön koolla on vaikutusta sen saavuttamiin tehokkuustunnuslukuihin. Saatujen tulosten perusteella suuret yksiköt eivät saavuta pienten yksiköiden tehokkuutta. Toisaalta on muistettava, että haastavimmat hoidot tehdään suurissa (yliopisto- ja keskus)sairaaloissa, mikä saattaa alentaa laskennallista tehokkuutta.

Saadut tulokset viittaavat siihen, että ainakin kirurgian ja sisätautien yksikön erikoistuminen (mitattuna top 5 ja top 10 -hoitojen osuudella) nostaa sen tehokkuutta.

Projektissa on kuvattu vain sairaaloiden teknistä tuotantoa, eikä siinä oteta kantaa siihen, kuinka hyvin hoidot onnistuvat tai kuinka tyytyväisiä asiakkaat ovat. Hoitojen onnistuminen ja asiakastyytyväisyys ovat vaikeasti määriteltäviä ja mitattavia asioita, eikä niistä ole vielä saatavilla laajempaa kerättyä tietoa. Näiden seikkojen saaminen mukaan tuottavuus- ja tehokkuuslukuihin antaisi varmasti perusteellisempaa pohjaa erikoissairaanhoidon arviointiin.

Lähdeluettelo

- [1] J. Järvelin et al. Sairaaloiden hoitotoiminnan tuottavuus, Toimintavuoden 2000 tulokset, 2002
- [2] G. R. Jahanshahloo, M. Khodabakhshi, Using input-output orientation model for determining most productive scale size in DEA, Applied Mathematics and Computation, 2003
- [3] M. Muñiz, Separating managerial inefficiency and external conditions in data envelopment analysis, European Journal of Operational Research 143, 2002
- [4] L. Seiford, J. Zhu, Modeling undesirable factors in efficiency evaluation, European Journal of Operational Research 142, 2002
- [5] N. Adler et al., Review of ranking methods in the data envelopment analysis context, European Journal of Operation Research 140, 2002
- [6] L. Jenkins, M. Anderson, A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis, European Journal of Operation Research 147, 2003
- [7] P. Ouellette, V. Vierstraete, Technological change and efficiency in the presence of quasi-fixed inputs: A DEA application to the hospital sector, European Journal of Operational Research, 2003
- [8] H. Fukuyama, Scale characterizations in DEA directional technology distance function framework, European Journal of Operational Research 144, 2003
- [9] Y. Chen, A. I. Ali, Output-input ratio analysis and DEA frontier, European Journal of Operational Research 142, 2002
- [10] L. Castelli et al. DEA-like models for efficiency evaluations of specialized and interdependent units, European Journal of Operational Research 132, 2001
- [11] R. Metters et al., An investigation of the sensitivity of DEA to data errors, Computers & Industrial engineering 41, 2001
- [12] T. Sueyoshi, S. Aoki, A use of a nonparametric statistic for DEA frontier shift: the Kruskal and Wallis rank test, Omega – The International Journal of Management Science 29, 2001
- [13] J. Zhu, Super-efficiency and DEA sensitivity analysis, European Journal of Operational Research 129, 2001
- [14] Laininen, Tilastollisen analyysin perusteet, 2000
- [15] M. Syrjänen, Data envelopment analysis -menetelmän mahdollisuudet yliopistojen johtamisessa, TKK, 1998
- [16] N. Adler et al., Review of ranking methods in the data envelopment analysis context, European Journal of Operation Research 140, 2002

[17] L. Seiford, J. Zhu, An investigation of returns to scale in data envelopment analysis, *Omega The International Journal of Management Science* 27, 1999

Liitteet

- Liite 1 Tehokkuustunnusluvut
- Liite 2 Korrelaatiot selittävien muuttujien suhteen erikoisaloittain
- Liite 3 Korrelaatiot selittävien muuttujien suhteen koko datalle
- Liite 4 Regressiomallit koko datalle
- Liite 5 Projektin itsearviointi

Liite 1

Sisätaudit

VUOSI	SAIRKO OD	CCR	BCC	BCC- CCR	Super efficiency
1998		0.7417	0.9193	0.1776	0.7417
1998		0.6591	0.8472	0.1880	0.6591
1998		0.6343	0.7061	0.0719	0.6343
1998		0.4759	0.6753	0.1994	0.4759
1998		0.6726	0.9383	0.2657	0.6726
1998		0.5848	0.8043	0.2196	0.5848
1998		0.7926	1.0000	0.2074	0.7926
1998		0.4413	1.0000	0.5587	0.4413
1998		0.8927	1.0000	0.1073	0.8927
1998		0.8550	1.0000	0.1450	0.855
1998		1.0000	1.0000	0.0000	1.3524
1998		0.6608	0.6634	0.0026	0.6608
1998		0.5312	0.8985	0.3673	0.5312
1998		0.6202	1.0000	0.3798	0.6202
1998		0.7316	0.8889	0.1573	0.7316
1998		0.7313	1.0000	0.2687	0.7313
1998		0.5601	0.7268	0.1667	0.5601
1998		0.9942	1.0000	0.0058	0.9942
1998		0.6204	0.7020	0.0816	0.6204
1998		0.8907	0.8944	0.0037	0.8907
1998		0.7411	0.8473	0.1062	0.7411
1998		0.6978	0.7351	0.0374	0.6978
1998		0.5784	1.0000	0.4216	0.5784
1998		0.4445	0.7163	0.2718	0.4445
1998		0.5772	1.0000	0.4228	0.5772
1998		0.7722	0.9752	0.2029	0.7722
1998		0.5782	0.7702	0.1920	0.5782
1998		0.5745	0.7905	0.2160	0.5745
1998		0.7642	1.0000	0.2358	0.7642
1998		0.6887	0.7426	0.0539	0.6887
1998		1.0000	1.0000	0.0000	1.5996
1998		0.6730	1.0000	0.3270	0.673
1998		0.6189	0.9852	0.3662	0.6189
1998		0.6143	0.8622	0.2479	0.6143
1998		0.5866	0.8586	0.2720	0.5866
1998		0.6779	0.7780	0.1001	0.6779
1998		0.8532	0.8567	0.0034	0.8532
1998		0.7873	0.9417	0.1544	0.7873
1998		0.8835	0.8850	0.0015	0.8835
1998		0.5291	0.9394	0.4103	0.5291
1998		0.4483	0.7658	0.3175	0.4483

1998	0.5809	0.7673	0.1864	0.5809
1998	0.5685	0.8203	0.2518	0.5685
1999	0.5566	0.7162	0.1596	0.5566
1999	0.5012	0.7160	0.2149	0.5012
1999	0.5261	0.5890	0.0628	0.5261
1999	0.5540	0.8093	0.2553	0.554
1999	0.5537	0.8957	0.3420	0.5537
1999	0.5068	0.7922	0.2854	0.5068
1999	0.7035	1.0000	0.2965	0.7035
1999	0.4131	1.0000	0.5869	0.4131
1999	0.7999	0.9485	0.1486	0.7999
1999	0.9094	1.0000	0.0906	0.9094
1999	1.0000	1.0000	0.0000	1.3424
1999	0.6970	0.7136	0.0165	0.697
1999	0.5107	0.9069	0.3962	0.5107
1999	0.6196	1.0000	0.3804	0.6196
1999	0.8078	1.0000	0.1922	0.8078
1999	1.0000	1.0000	0.0000	1.0813
1999	0.5836	0.8636	0.2800	0.5836
1999	0.7531	0.9047	0.1516	0.7531
1999	0.6548	0.8109	0.1562	0.6548
1999	0.9279	0.9782	0.0503	0.9279
1999	0.6565	0.7833	0.1269	0.6565
1999	0.7554	0.7912	0.0357	0.7554
1999	0.5676	1.0000	0.4324	0.5676
1999	0.5468	0.8773	0.3306	0.5468
1999	0.6321	0.9134	0.2813	0.6321
1999	0.7418	1.0000	0.2582	0.7418
1999	0.5129	0.7574	0.2446	0.5129
1999	0.5843	0.8559	0.2716	0.5843
1999	0.6107	0.8237	0.2131	0.6107
1999	0.6718	1.0000	0.3282	0.6718
1999	0.8077	0.9005	0.0928	0.8077
1999	1.0000	1.0000	0.0000	1.0489
1999	0.5786	0.9652	0.3866	0.5786
1999	0.6114	0.9968	0.3854	0.6114
1999	0.5487	0.8666	0.3179	0.5487
1999	0.5509	0.8639	0.3129	0.5509
1999	0.7641	0.9045	0.1404	0.7641
1999	0.8277	0.8803	0.0525	0.8277
1999	0.7142	0.9681	0.2538	0.7142
1999	0.8186	0.8904	0.0717	0.8186
1999	0.5822	1.0000	0.4178	0.5822
1999	0.6143	0.8114	0.1971	0.6143
1999	0.6655	0.8530	0.1875	0.6655
1999	0.6017	0.8830	0.2813	0.6017
2000	0.6782	0.7165	0.0383	0.6782
2000	0.7897	0.8555	0.0658	0.7897
2000	0.6374	0.6614	0.0240	0.6374
2000	0.5531	0.8003	0.2472	0.5531

2000	0.5484	0.9721	0.4237	0.5484
2000	0.5316	0.8530	0.3213	0.5316
2000	0.3745	1.0000	0.6255	0.3745
2000	1.0000	1.0000	0.0000	1.2823
2000	1.0000	1.0000	0.0000	1.1138
2000	0.8905	0.8988	0.0083	0.8905
2000	1.0000	1.0000	0.0000	1.0737
2000	0.5893	1.0000	0.4107	0.5893
2000	0.6556	1.0000	0.3444	0.6556
2000	0.8769	0.9582	0.0813	0.8769
2000	0.9567	1.0000	0.0433	0.9567
2000	0.6474	0.9009	0.2535	0.6474
2000	0.9197	0.9251	0.0054	0.9197
2000	0.7249	0.7293	0.0044	0.7249
2000	0.7893	0.7962	0.0069	0.7893
2000	0.6638	0.7372	0.0734	0.6638
2000	0.8503	0.8506	0.0003	0.8503
2000	0.5778	1.0000	0.4222	0.5778
2000	0.5958	0.9569	0.3611	0.5958
2000	0.7343	0.9519	0.2175	0.7343
2000	0.9459	1.0000	0.0541	0.9459
2000	0.6277	0.7627	0.1349	0.6277
2000	0.6676	0.7992	0.1316	0.6676
2000	0.7512	1.0000	0.2488	0.7512
2000	0.9429	1.0000	0.0571	0.9429
2000	0.9252	0.9424	0.0172	0.9252
2000	0.6633	1.0000	0.3367	0.6633
2000	0.6932	1.0000	0.3068	0.6932
2000	0.6207	0.9085	0.2877	0.6207
2000	0.6379	0.9198	0.2818	0.6379
2000	0.8644	0.8706	0.0062	0.8644
2000	0.8525	0.8930	0.0405	0.8525
2000	0.7757	0.9365	0.1608	0.7757
2000	0.9483	0.9596	0.0113	0.9483
2000	0.5834	1.0000	0.4166	0.5834
2000	1.0000	1.0000	0.0000	1.2824
2000	0.6350	0.8121	0.1771	0.635
2000	0.7774	0.9477	0.1703	0.7774
2000	0.5894	0.7637	0.1743	0.5894
2001	0.8046	0.8600	0.0554	0.8046
2001	0.8406	0.8639	0.0233	0.8406
2001	0.6595	0.7138	0.0542	0.6595
2001	0.7160	0.8365	0.1206	0.716
2001	0.5814	0.8479	0.2665	0.5814
2001	0.6375	0.8885	0.2510	0.6375
2001	0.4548	1.0000	0.5452	0.4548
2001	1.0000	1.0000	0.0000	1.2711
2001	1.0000	1.0000	0.0000	1.0617
2001	0.8988	0.9764	0.0776	0.8988
2001	0.9288	1.0000	0.0712	0.9288

2001	0.5591	0.9225	0.3633	0.5591
2001	0.6916	1.0000	0.3084	0.6916
2001	0.7092	0.9236	0.2143	0.7092
2001	0.9581	0.9808	0.0226	0.9581
2001	0.7486	0.7628	0.0143	0.7486
2001	0.6860	0.7333	0.0473	0.686
2001	0.6838	0.7519	0.0680	0.6838
2001	0.8586	0.9201	0.0615	0.8586
2001	0.5578	1.0000	0.4422	0.5578
2001	0.6028	0.8788	0.2760	0.6028
2001	0.6194	0.8105	0.1911	0.6194
2001	0.9610	1.0000	0.0390	0.961
2001	0.6275	0.7944	0.1669	0.6275
2001	0.6208	0.7516	0.1308	0.6208
2001	0.6628	0.7863	0.1235	0.6628
2001	0.7214	1.0000	0.2786	0.7214
2001	0.8463	0.8509	0.0047	0.8463
2001	1.0000	1.0000	0.0000	1.0895
2001	0.6921	1.0000	0.3079	0.6921
2001	0.6717	0.9492	0.2774	0.6717
2001	0.6446	0.9041	0.2595	0.6446
2001	0.6590	0.9157	0.2568	0.659
2001	0.8249	0.8452	0.0203	0.8249
2001	0.7306	0.7686	0.0379	0.7306
2001	0.8237	1.0000	0.1763	0.8237
2001	0.8332	0.8792	0.0460	0.8332
2001	0.5552	0.9905	0.4352	0.5552
2001	1.0000	1.0000	0.0000	1.1358
2001	0.7403	0.9046	0.1643	0.7403
2001	0.7872	0.9292	0.1420	0.7872
2001	0.5600	0.7212	0.1612	0.56

Kirurgia

<i>VUOSI</i>	<i>SAIRKOO CCR</i>	<i>BCC</i>	<i>BCC-CCR</i>	<i>Super efficiency</i>
1998	0.9476	0.9835	0.0359	0.9476
1998	0.7529	0.7530	0.0001	0.7529
1998	0.6873	0.6978	0.0105	0.6873
1998	0.6324	0.7360	0.1036	0.6324
1998	0.7003	0.8581	0.1577	0.7003
1998	0.7797	0.9414	0.1616	0.7797
1998	1.0000	1.0000	0.0000	1.1113
1998	0.5483	1.0000	0.4517	0.5483
1998	0.7901	0.9476	0.1576	0.7901
1998	1.0000	1.0000	0.0000	1.0592
1998	0.8134	0.8639	0.0505	0.8134
1998	0.7291	0.7296	0.0005	0.7291
1998	0.6979	0.9090	0.2111	0.6979
1998	0.7256	0.9171	0.1915	0.7256
1998	0.8697	0.9369	0.0672	0.8697

1998	0.5824	0.7410	0.1586	0.5824
1998	0.8363	0.8446	0.0083	0.8363
1998	0.8128	0.8453	0.0325	0.8128
1998	0.6507	0.6542	0.0035	0.6507
1998	0.7509	0.7522	0.0012	0.7509
1998	0.6818	0.6878	0.0060	0.6818
1998	0.8006	1.0000	0.1994	0.8006
1998	0.7991	1.0000	0.2009	0.7991
1998	0.7482	0.8810	0.1328	0.7482
1998	0.9146	0.9229	0.0084	0.9146
1998	0.6690	0.8026	0.1336	0.669
1998	0.8713	0.9553	0.0840	0.8713
1998	0.7376	0.9194	0.1818	0.7376
1998	0.6863	0.6891	0.0028	0.6863
1998	0.8966	0.9095	0.0129	0.8966
1998	0.6968	0.9571	0.2603	0.6968
1998	0.6921	0.8849	0.1928	0.6921
1998	0.7307	0.9093	0.1785	0.7307
1998	0.6030	0.7387	0.1357	0.603
1998	1.0000	1.0000	0.0000	1.0208
1998	1.0000	1.0000	0.0000	1.3495
1998	0.8271	0.9256	0.0986	0.8271
1998	0.8999	0.9126	0.0127	0.8999
1998	0.6700	0.9568	0.2869	0.67
1998	0.6015	0.6796	0.0782	0.6015
1998	0.6291	0.7383	0.1093	0.6291
1998	0.7703	0.9484	0.1780	0.7703
1999	0.6825	0.8548	0.1722	0.6825
1999	0.6070	0.7523	0.1453	0.607
1999	0.7251	0.7610	0.0359	0.7251
1999	0.7944	0.9031	0.1087	0.7944
1999	0.7172	0.8647	0.1476	0.7172
1999	0.7552	0.8911	0.1360	0.7552
1999	0.7151	1.0000	0.2849	0.7151
1999	0.6237	1.0000	0.3763	0.6237
1999	0.8855	0.9467	0.0612	0.8855
1999	0.8563	0.9172	0.0609	0.8563
1999	1.0000	1.0000	0.0000	1.3922
1999	0.9463	0.9626	0.0163	0.9463
1999	0.8025	1.0000	0.1975	0.8025
1999	0.7534	0.9431	0.1898	0.7534
1999	0.9329	1.0000	0.0671	0.9329
1999	0.6410	0.7949	0.1539	0.641
1999	0.7968	0.8598	0.0631	0.7968
1999	0.8405	0.9368	0.0963	0.8405
1999	0.7246	0.7384	0.0138	0.7246
1999	0.8353	0.8807	0.0455	0.8353
1999	0.8083	0.8247	0.0164	0.8083
1999	0.8179	1.0000	0.1821	0.8179
1999	0.8178	1.0000	0.1822	0.8178

1999	0.8227	0.9480	0.1253	0.8227
1999	0.7414	0.8978	0.1564	0.7414
1999	0.8248	0.9603	0.1354	0.8248
1999	0.8843	0.9983	0.1139	0.8843
1999	0.7034	0.8020	0.0986	0.7034
1999	0.8380	1.0000	0.1620	0.838
1999	0.8076	0.8556	0.0480	0.8076
1999	0.8744	0.9007	0.0263	0.8744
1999	0.7039	0.9122	0.2083	0.7039
1999	0.7681	0.9313	0.1633	0.7681
1999	0.7978	0.9598	0.1620	0.7978
1999	0.7994	0.9464	0.1471	0.7994
1999	0.7854	0.8218	0.0364	0.7854
1999	0.7557	0.7597	0.0040	0.7557
1999	0.8612	0.9850	0.1238	0.8612
1999	0.7845	0.8390	0.0545	0.7845
1999	0.7861	1.0000	0.2139	0.7861
1999	0.7545	0.8403	0.0858	0.7545
1999	0.6881	0.7772	0.0892	0.6881
1999	0.7160	0.8283	0.1123	0.716
2000	1.0000	1.0000	0.0000	1.0036
2000	0.8597	0.8792	0.0195	0.8597
2000	0.7966	0.8021	0.0055	0.7966
2000	0.9588	1.0000	0.0412	0.9588
2000	0.7497	0.8083	0.0587	0.7497
2000	0.8034	0.8946	0.0912	0.8034
2000	0.6146	1.0000	0.3854	0.6146
2000	0.8671	0.9170	0.0499	0.8671
2000	0.9926	0.9986	0.0060	0.9926
2000	0.9400	1.0000	0.0600	0.94
2000	1.0000	1.0000	0.0000	1.4169
2000	0.7729	1.0000	0.2271	0.7729
2000	0.9318	1.0000	0.0682	0.9318
2000	1.0000	1.0000	0.0000	1.0364
2000	0.7456	0.8856	0.1400	0.7456
2000	0.9543	1.0000	0.0457	0.9543
2000	1.0000	1.0000	0.0000	1.0417
2000	0.6204	1.0000	0.3796	0.6204
2000	0.8572	0.9044	0.0472	0.8572
2000	0.8014	0.8507	0.0493	0.8014
2000	0.7895	1.0000	0.2105	0.7895
2000	0.8824	1.0000	0.1176	0.8824
2000	0.8972	0.9522	0.0551	0.8972
2000	1.0000	1.0000	0.0000	1.0432
2000	0.8021	0.8484	0.0462	0.8021
2000	0.9338	0.9750	0.0412	0.9338
2000	0.7806	0.8084	0.0278	0.7806
2000	0.9347	1.0000	0.0653	0.9347
2000	0.8825	0.9134	0.0308	0.8825
2000	0.8954	1.0000	0.1046	0.8954

2000	0.7584	0.9635	0.2051	0.7584
2000	0.7588	0.8888	0.1301	0.7588
2000	0.7725	0.8697	0.0972	0.7725
2000	0.7128	0.7670	0.0541	0.7128
2000	0.8111	0.8486	0.0374	0.8111
2000	0.6204	1.0000	0.3796	0.6204
2000	0.8432	0.9038	0.0606	0.8432
2000	0.8661	0.8757	0.0096	0.8661
2000	0.8891	1.0000	0.1109	0.8891
2000	0.8801	0.8901	0.0100	0.8801
2000	0.7969	0.8505	0.0536	0.7969
2000	0.7208	0.8174	0.0966	0.7208
2000	0.7373	0.8237	0.0864	0.7373
2001	1.0000	1.0000	0.0000	1.024
2001	0.7065	0.7516	0.0451	0.7065
2001	0.7734	0.7741	0.0007	0.7734
2001	0.8322	0.8867	0.0545	0.8322
2001	0.7404	0.8220	0.0816	0.7404
2001	0.7400	0.8308	0.0907	0.74
2001	0.6049	1.0000	0.3951	0.6049
2001	0.8852	0.9272	0.0420	0.8852
2001	1.0000	1.0000	0.0000	1.0022
2001	0.8872	1.0000	0.1128	0.8872
2001	1.0000	1.0000	0.0000	1.2641
2001	0.7038	0.8566	0.1528	0.7038
2001	0.8793	1.0000	0.1207	0.8793
2001	0.7433	0.8508	0.1075	0.7433
2001	0.9143	0.9654	0.0511	0.9143
2001	1.0000	1.0000	0.0000	1.1261
2001	0.7280	1.0000	0.2720	0.728
2001	0.9384	0.9821	0.0437	0.9384
2001	0.8726	0.8781	0.0055	0.8726
2001	0.9011	1.0000	0.0989	0.9011
2001	0.8346	1.0000	0.1654	0.8346
2001	0.8482	0.9212	0.0730	0.8482
2001	1.0000	1.0000	0.0000	1.0705
2001	0.8383	0.9082	0.0699	0.8383
2001	0.8514	0.9180	0.0666	0.8514
2001	0.7347	0.7713	0.0366	0.7347
2001	0.9047	1.0000	0.0953	0.9047
2001	0.9095	0.9354	0.0259	0.9095
2001	0.9684	0.9710	0.0026	0.9684
2001	0.9011	1.0000	0.0989	0.9011
2001	0.7709	0.9291	0.1582	0.7709
2001	0.8345	0.9689	0.1344	0.8345
2001	0.7147	0.7889	0.0742	0.7147
2001	0.8514	0.8551	0.0037	0.8514
2001	0.6968	0.7712	0.0743	0.6968
2001	0.9375	1.0000	0.0625	0.9375
2001	0.9485	0.9687	0.0202	0.9485

2001	0.7507	0.8844	0.1338	0.7507
2001	0.9521	0.9572	0.0051	0.9521
2001	0.8469	0.8850	0.0382	0.8469
2001	0.7604	0.8751	0.1147	0.7604
2001	0.7698	0.8979	0.1281	0.7698

Naistentaudit

<i>VUOSI</i>	<i>SAIRKOODI CCR</i>	<i>BCC</i>	<i>BCC-CCR</i>	<i>Super efficiency</i>
1998	0.8045	0.8092	0.0047	0.8045
1998	0.4598	0.4603	0.0006	0.4598
1998	0.7396	0.7452	0.0056	0.7396
1998	1.0000	1.0000	0.0000	1.0802
1998	1.0000	1.0000	0.0000	1.2522
1998	0.8780	0.8793	0.0013	0.878
1998	0.8301	1.0000	0.1699	0.8301
1998	0.7638	1.0000	0.2362	0.7638
1998	0.9343	0.9368	0.0025	0.9343
1998	0.8167	0.8179	0.0012	0.8167
1998	0.9192	0.9320	0.0128	0.9192
1998	0.9048	1.0000	0.0952	0.9048
1998	0.8106	0.8167	0.0062	0.8106
1998	1.0000	1.0000	0.0000	1.0053
1998	0.8335	0.8361	0.0025	0.8335
1998	0.8301	0.8338	0.0037	0.8301
1998	1.0000	1.0000	0.0000	1.3451
1998	0.9296	0.9306	0.0010	0.9296
1998	0.8751	0.8755	0.0004	0.8751
1998	0.9477	1.0000	0.0523	0.9477
1998	0.8185	0.8516	0.0331	0.8185
1998	0.7877	0.7891	0.0014	0.7877
1998	0.9289	0.9299	0.0009	0.9289
1998	0.8194	0.8222	0.0028	0.8194
1998	0.7779	0.8460	0.0682	0.7779
1998	1.0000	1.0000	0.0000	1.0088
1998	0.9283	0.9345	0.0062	0.9283
1998	0.6449	0.6461	0.0012	0.6449
1998	0.6186	0.7449	0.1263	0.6186
1998	1.0000	1.0000	0.0000	1.0117
1998	0.8248	0.8514	0.0266	0.8248
1998	0.6554	0.7128	0.0574	0.6554
1998	0.6701	0.6710	0.0009	0.6701
1998	0.8396	0.8425	0.0028	0.8396
1998	0.7381	0.7384	0.0003	0.7381
1998	0.8991	0.9001	0.0010	0.8991
1998	0.7554	0.8921	0.1367	0.7554
1998	0.6289	0.6303	0.0014	0.6289
1998	0.6534	0.6540	0.0006	0.6534
1998	0.8558	0.8612	0.0054	0.8558
1999	0.6009	0.6283	0.0274	0.6009

1999	0.8052	0.8422	0.0370	0.8052
1999	1.0000	1.0000	0.0000	1.3617
1999	0.6937	0.8201	0.1263	0.6937
1999	0.7782	1.0000	0.2218	0.7782
1999	0.6996	1.0000	0.3004	0.6996
1999	0.7710	0.8739	0.1030	0.771
1999	0.7631	0.8073	0.0442	0.7631
1999	0.6226	0.7194	0.0968	0.6226
1999	0.7376	1.0000	0.2624	0.7376
1999	0.7550	0.8344	0.0794	0.755
1999	0.7559	0.7895	0.0336	0.7559
1999	0.7536	0.8454	0.0918	0.7536
1999	0.7693	0.8624	0.0930	0.7693
1999	1.0000	1.0000	0.0000	1.3968
1999	0.9336	0.9515	0.0179	0.9336
1999	1.0000	1.0000	0.0000	1.3013
1999	0.6707	0.7554	0.0847	0.6707
1999	0.8217	1.0000	0.1783	0.8217
1999	0.8464	1.0000	0.1536	0.8464
1999	0.9209	0.9511	0.0302	0.9209
1999	0.6624	0.7785	0.1161	0.6624
1999	0.7676	0.7916	0.0240	0.7676
1999	0.7884	0.8570	0.0686	0.7884
1999	0.6758	0.7401	0.0644	0.6758
1999	0.8721	1.0000	0.1279	0.8721
1999	0.8152	0.8760	0.0608	0.8152
1999	0.6181	0.6801	0.0620	0.6181
1999	0.5964	0.7877	0.1913	0.5964
1999	0.9290	1.0000	0.0710	0.929
1999	0.7743	0.9330	0.1587	0.7743
1999	0.5561	0.6206	0.0645	0.5561
1999	0.5368	0.5598	0.0230	0.5368
1999	0.5951	0.6479	0.0529	0.5951
1999	0.7420	0.8422	0.1002	0.742
1999	0.7360	0.7962	0.0602	0.736
1999	0.6782	0.9701	0.2918	0.6782
1999	0.6934	0.7718	0.0784	0.6934
1999	0.5953	0.6498	0.0545	0.5953
1999	0.8323	0.8416	0.0094	0.8323
2000	0.8124	0.8558	0.0435	0.8124
2000	0.7603	0.7700	0.0097	0.7603
2000	0.5412	0.5955	0.0543	0.5412
2000	1.0000	1.0000	0.0000	1.148
2000	1.0000	1.0000	0.0000	1.1353
2000	0.6406	0.7756	0.1350	0.6406
2000	0.6832	1.0000	0.3168	0.6832
2000	0.6745	0.8317	0.1571	0.6745
2000	0.7046	0.8169	0.1123	0.7046
2000	0.4882	0.6381	0.1498	0.4882
2000	0.6669	0.9200	0.2531	0.6669

2000	0.7454	0.9116	0.1662	0.7454
2000	0.6859	0.7437	0.0578	0.6859
2000	0.6372	0.7721	0.1349	0.6372
2000	0.6607	0.8342	0.1735	0.6607
2000	1.0000	1.0000	0.0000	1.3551
2000	1.0000	1.0000	0.0000	1.2035
2000	0.6122	0.7720	0.1598	0.6122
2000	0.8041	1.0000	0.1959	0.8041
2000	0.7424	0.9098	0.1674	0.7424
2000	0.9127	0.9634	0.0507	0.9127
2000	0.7564	0.8662	0.1098	0.7564
2000	0.6049	0.6633	0.0584	0.6049
2000	0.7217	0.9021	0.1804	0.7217
2000	0.6375	0.7702	0.1327	0.6375
2000	0.7601	1.0000	0.2399	0.7601
2000	0.8170	0.8978	0.0808	0.817
2000	0.8488	0.8780	0.0292	0.8488
2000	0.5683	0.7720	0.2037	0.5683
2000	0.8927	0.9755	0.0828	0.8927
2000	0.6589	0.8553	0.1964	0.6589
2000	0.5272	0.6764	0.1491	0.5272
2000	0.4833	0.5490	0.0657	0.4833
2000	0.5619	0.6476	0.0857	0.5619
2000	0.6558	0.8612	0.2054	0.6558
2000	0.7248	0.8590	0.1342	0.7248
2000	0.6373	0.9114	0.2741	0.6373
2000	0.7185	1.0000	0.2815	0.7185
2000	0.6395	0.8108	0.1713	0.6395
2000	0.5655	0.6839	0.1184	0.5655
2000	0.5343	0.6252	0.0909	0.5343
2001	0.8889	0.9531	0.0642	0.8889
2001	0.6839	0.7386	0.0547	0.6839
2001	0.5729	0.6290	0.0560	0.5729
2001	1.0000	1.0000	0.0000	1.0109
2001	0.8926	1.0000	0.1074	0.8926
2001	0.8305	1.0000	0.1695	0.8305
2001	0.7544	1.0000	0.2456	0.7544
2001	0.8241	0.8650	0.0410	0.8241
2001	0.8302	0.9107	0.0805	0.8302
2001	0.4955	0.5550	0.0596	0.4955
2001	0.8181	0.9433	0.1252	0.8181
2001	0.7875	0.8793	0.0918	0.7875
2001	0.8256	0.8719	0.0463	0.8256
2001	0.6670	0.7462	0.0792	0.667
2001	1.0000	1.0000	0.0000	1.41
2001	0.5348	0.5494	0.0146	0.5348
2001	0.8412	0.9031	0.0619	0.8412
2001	1.0000	1.0000	0.0000	1.0013
2001	0.8900	0.9237	0.0337	0.89
2001	0.8695	0.9059	0.0364	0.8695

2001	1.0000	1.0000	0.0000	1.0099
2001	0.9094	0.9375	0.0281	0.9094
2001	0.8535	0.9607	0.1072	0.8535
2001	0.7456	0.7902	0.0446	0.7456
2001	0.8466	0.9826	0.1360	0.8466
2001	0.8649	0.9181	0.0532	0.8649
2001	1.0000	1.0000	0.0000	1.2641
2001	0.7153	0.7892	0.0739	0.7153
2001	0.9331	1.0000	0.0669	0.9331
2001	0.7703	0.8687	0.0984	0.7703
2001	0.6235	0.6931	0.0695	0.6235
2001	0.5339	0.5631	0.0292	0.5339
2001	0.8317	0.8323	0.0006	0.8317
2001	0.7909	0.8844	0.0935	0.7909
2001	0.8535	0.8705	0.0170	0.8535
2001	0.7013	0.8174	0.1161	0.7013
2001	0.7320	0.8508	0.1188	0.732
2001	0.8249	0.8650	0.0401	0.8249
2001	0.6308	0.7158	0.0850	0.6308
2001	0.6589	0.6909	0.0320	0.6589

Liite 2

Sisätaudit					
	CCR	BCC	-C0	EROTUS	SUPEREFFI
BCC	0,3971				
P-VALUE	0				
-C0	-0,4396	-0,1248			
	0	0,1027			
EROTUS	-0,7677	0,2832	0,3722		
	0	0,0002	0		
SUPEREFFI	0,9445	0,3992	-0,4045	-0,7082	
	0	0	0	0	
AVOHOITO	-0,493	0,4175	0,2099	0,8067	-0,4318
	0	0	0,0057	0	0
BM	0,9262	0,3615	-0,4142	-0,7154	0,9078
	0	0	0	0	0
CASEMIX	-0,3884	0,0931	0,0981	0,4709	-0,3577
	0	0,2242	0,2004	0	0
EOSUUS	0,0968	-0,0909	-0,1124	-0,1646	0,0932
	0,2065	0,2355	0,1423	0,0309	0,2237
ETK	0,2129	0,2332	-0,1371	-0,0597	0,2139
	0,005	0,0021	0,0729	0,4363	0,0048
HOITOJ	-0,5208	0,3897	0,2235	0,8164	-0,4624
	0	0	0,0032	0	0
IKAVAKIO	0,4764	0,3546	-0,3201	-0,2503	0,4488
	0	0	0	0,0009	0
KMETAISYY	-0,0487	-0,0119	0,0139	0,0426	-0,0401
	0,5261	0,877	0,8566	0,5794	0,6016
OSUUSHPST	-0,4482	0,104	0,2718	0,541	-0,4295
	0	0,1745	0,0003	0	0
OSUUSKUST	-0,5208	0,1372	0,2909	0,64	-0,4938
	0	0,0728	0,0001	0	0
PIIRINKOK	-0,1659	-0,154	0,1908	0,0659	-0,1343
	0,0296	0,0437	0,0122	0,3905	0,0791
SIJAT1	-0,6128	0,2516	0,2732	0,8161	-0,5379
	0	0,0009	0,0003	0	0
SIJAT2	-0,4428	0,2616	0,1535	0,6454	-0,3798
	0	0,0005	0,0444	0	0
SLKM	-0,1751	-0,2342	0,0952	0,0195	-0,1692
	0,0216	0,002	0,2144	0,7993	0,0265
STUOTOS	-0,5528	0,3477	0,2343	0,8205	-0,4887
	0	0	0,002	0	0
STUOTTAVU	0,9441	0,3757	-0,419	-0,7243	0,9147
	0	0	0	0	0
TARV1	0,1489	0,163	-0,0142	-0,0418	0,1241
	0,0513	0,0327	0,8532	0,5862	0,1049

TARV2	0,1942	0,1359	-0,0706	-0,1081	0,1568
	0,0107	0,0756	0,3576	0,1582	0,0399
TARV3	0,0942	0,153	0,0238	0,0084	0,0822
	0,2189	0,0451	0,7567	0,9134	0,2838
TOP10	0,2355	-0,0973	-0,4047	-0,314	0,2035
	0,0019	0,2043	0	0	0,0074
TOP5	0,1999	-0,0466	-0,4092	-0,2414	0,1691
	0,0086	0,5436	0	0,0014	0,0266
YKSITYIS	0,1409	0,2322	0,0345	0,0149	0,1508
	0,0652	0,0022	0,6535	0,8467	0,0483
YTUOTOS	-0,5088	0,4011	0,2211	0,8118	-0,4505
	0	0	0,0036	0	0

Naistentaudit					
	CCR	BCC	-C0	EROTUS	SUPEREFFI
BCC	0,844				
P-VALUE	0				
-C0	-0,4141	-0,0844			
	0	0,3043			
EROTUS	-0,3901	0,1645	0,6168		
	0	0,0443	0		
SUPEREFFI	0,9277	0,7585	-0,4208	-0,4042	
	0	0	0	0	
AVOHOITO	0,0813	0,4099	0,1686	0,5542	0,0369
	0,3226	0	0,0392	0	0,6543
BM	0,784	0,7588	-0,1929	-0,1392	0,771
	0	0	0,018	0,0894	0
CASEMIX	0,1382	0,2034	-0,0125	0,0951	0,0585
	0,0918	0,0125	0,8789	0,247	0,4769
EOSUUS	0,0231	-0,0485	-0,028	-0,1259	0,0472
	0,7786	0,5552	0,7336	0,1246	0,5659
ETK	0,1477	0,1813	0,1861	0,0397	0,0644
	0,0713	0,0264	0,0226	0,6298	0,4333
HOITOJ	0,1077	0,4364	0,1811	0,5511	0,039
	0,1895	0	0,0266	0	0,6358
IKAVAKIO	0,0051	-0,0181	0,0481	-0,0404	-0,0277
	0,9506	0,8262	0,5588	0,6235	0,7366
KMETAISYY	-0,0417	-0,0496	-0,0125	-0,0084	-0,0961
	0,6125	0,547	0,8791	0,919	0,242
OSUUSHPST	-0,0688	0,1013	0,108	0,3005	-0,1514
	0,403	0,2172	0,1882	0,0002	0,0645
OSUUSKUST	-0,0911	0,1097	0,1471	0,3559	-0,1673
	0,2677	0,1815	0,0725	0	0,0407
PIIRINKOK	0,1121	0,1397	-0,0829	0,0337	0,1036
	0,1721	0,0882	0,3132	0,6825	0,207
SIJAT1	0,0809	0,4095	0,2081	0,5544	0,0028
	0,3253	0	0,0106	0	0,9731

SIJAT2	0,0191	0,3257	0,1539	0,5242	-0,024
	0,8168	0	0,06	0	0,7709
SLKM	0,1662	0,1308	-0,1148	-0,0811	0,2076
	0,0421	0,1106	0,162	0,3236	0,0108
STUOTOS	0,0179	0,3766	0,2587	0,6136	-0,0445
	0,8279	0	0,0014	0	0,5887
STUOTTAVU	0,7386	0,7469	-0,1544	-0,076	0,7325
	0	0	0,0592	0,355	0
TARV1	-0,0398	-0,0962	0,0158	-0,092	-0,0501
	0,6291	0,2417	0,848	0,2629	0,5429
TARV2	0,0088	-0,0569	-0,0182	-0,1139	0,0077
	0,9148	0,4892	0,8252	0,1652	0,9251
TARV3	-0,0271	-0,0837	0,0065	-0,0937	-0,0349
	0,7416	0,3087	0,937	0,2539	0,6718
TOP5	0,1454	0,0706	-0,182	-0,1463	0,334
	0,0759	0,3909	0,0258	0,074	0
YKSITYIS	0,0551	0,0057	-0,0278	-0,0915	0,0572
	0,5032	0,9449	0,7357	0,2652	0,4872
YTUOTOS	0,1032	0,429	0,1673	0,5467	0,0392
	0,2087	0	0,0407	0	0,6337

Kirurgia					
	CCR	BCC	-C0	EROTUS	SUPEREFFI
BCC	0,5915				
P-VALUE	0				
-C0	0,1286	-0,1507			
	0,1063	0,0579			
EROTUS	-0,5795	0,3144	-0,3037		
	0	0,0001	0,0001		
SUPEREFFI	0,9188	0,5419	0,1033	-0,534	
	0	0	0,195	0	
AVOHOITO	-0,2933	0,3381	0,1791	0,687	-0,2766
	0,0002	0	0,0239	0	0,0004
BM	0,8423	0,4218	0,1531	-0,5654	0,8568
	0	0	0,0541	0	0
CASEMIX	-0,312	0,2093	0,2427	0,5788	-0,3044
	0,0001	0,0081	0,0021	0	0,0001
EOSUUS	-0,0991	-0,0932	-0,0211	0,0225	-0,0586
	0,2138	0,2427	0,7915	0,7782	0,4632
ETK	0,121	0,1601	-0,0557	0,0194	0,0866
	0,1287	0,0438	0,4856	0,8081	0,2775
HOITOJ	-0,3241	0,3355	0,1605	0,7207	-0,3044
	0	0	0,0432	0	0,0001
IKAVAKIO	0,0021	-0,0069	0,0829	-0,0094	-0,0229
	0,9795	0,9311	0,2989	0,9065	0,7747
KMETAISYY	-0,0504	-0,0333	0,0299	0,0257	-0,0782
	0,5281	0,6767	0,7084	0,748	0,3269

OSUUSHPST	-0,1956	0,143	0,2	0,3748	-0,2285
	0,0135	0,0722	0,0115	0	0,0038
OSUUSKUST	-0,2438	0,1451	0,1996	0,4338	-0,2692
	0,002	0,068	0,0116	0	0,0006
PIIRINKOK	-0,0606	-0,0607	0,0373	0,0099	-0,0523
	0,4483	0,447	0,6411	0,9015	0,5124
SIJAT1	-0,3425	0,3092	0,1733	0,7158	-0,3279
	0	0,0001	0,0289	0	0
SIJAT2	-0,3344	0,2735	0,0936	0,67	-0,2904
	0	0,0005	0,2405	0	0,0002
SLKM	-0,1337	-0,1652	0,0049	-0,0097	-0,1558
	0,093	0,0374	0,9512	0,9036	0,0499
STUOTOS	-0,3298	0,3223	0,16	0,7141	-0,3113
	0	0	0,044	0	0,0001
STUOTTAVU	0,9099	0,4868	0,1099	-0,5792	0,9138
	0	0	0,168	0	0
TARV1	-0,0371	-0,0295	-0,0024	0,0139	-0,0318
	0,6421	0,7119	0,9761	0,8619	0,6906
TARV2	-0,0477	-0,0334	-0,0297	0,0224	-0,0215
	0,5501	0,6757	0,7099	0,7791	0,7883
TARV3	-0,0817	-0,0558	0,0134	0,0398	-0,0741
	0,3062	0,4848	0,8673	0,6188	0,3533
TOP5	0,173	-0,1418	-0,3162	-0,347	0,2071
	0,0292	0,0745	0	0	0,0088
YKSITYIS	-0,064	-0,0271	-0,0057	0,048	-0,025
	0,4225	0,7347	0,9428	0,5477	0,7547
YTUOTOS	-0,3083	0,3382	0,1628	0,7048	-0,2916
	0,0001	0	0,0403	0	0,0002

Liite 3

	CCR	BCC	-C0	EROTUS SUPEREFF I	
BCC	0.5671				
P-VALUE	0				
-C0	-0.0661 0.1475	-0.0934 0.0405			
EROTUS	-0.6452 0	0.2635 0	-0.0092 0.8405		
SUPEREFFI	0.9342 0	0.5385 0	-0.0604 0.1858	-0.5946 0	
AVOHOITO	-0.3065 0	0.3973 0	0.142 0.0018	0.7276 0	-0.2814 0
BM	0.7579 0	0.5249 0	0.0113 0.8045	-0.4008 0	0.7628 0
CASEMIX	-0.1696 0.0002	0.2477 0	0.1288 0.0047	0.4285 0	-0.1807 0.0001
EOSUUS	-0.0229 0.6156	-0.0556 0.2239	-0.013 0.7758	-0.0247 0.5896	0.0018 0.9691
ETK	0.1491 0.001	0.1917 0	-0.0346 0.4491	0.0032 0.9436	0.1178 0.0097
HOITOJ	-0.1925 0	0.3501 0	0.109 0.0168	0.5502 0	-0.1973 0
IKAVAKIO	0.1551 0.0006	0.1124 0.0136	0.0141 0.7581	-0.0773 0.0903	0.1297 0.0044
KMETAISYY	-0.0429 0.3478	-0.0336 0.4624	0.0172 0.7066	0.0191 0.6759	-0.0659 0.149
OSUUSHPST	-0.231 0	0.1023 0.0248	0.1464 0.0013	0.3655 0	-0.2616 0
OSUUSKUST	-0.2889 0	0.1179 0.0097	0.1511 0.0009	0.4477 0	-0.3102 0
PIIRINKOK	-0.0404 0.3767	-0.0121 0.7908	0.038 0.4053	0.0361 0.4301	-0.0272 0.5511

SIJAT1	-0.286 0	0.3088 0	0.1313 0.0039	0.6214 0	-0.2784 0
SIJAT2	-0.2406 0	0.2763 0	0.0744 0.103	0.5381 0	-0.2199 0
SLKM	-0.048 0.293	-0.071 0.1201	0.0087 0.8497	-0.0096 0.8345	-0.0343 0.4536
STUOTOS	-0.2839 0	0.3339 0	0.1256 0.0058	0.6423 0	-0.2746 0
STUOTTAVU	0.7699 0	0.5381 0	-0.0063 0.89	-0.4026 0	0.7689 0
TARV1	-0.0021 0.9633	-0.0179 0.696	0.0043 0.9243	-0.0141 0.7578	-0.0089 0.8462
TARV2	0.0015 0.9731	-0.0179 0.6949	-0.017 0.7102	-0.0184 0.6867	0.0069 0.8796
TARV3	-0.0295 0.5187	-0.0307 0.502	0.0167 0.7152	0.0061 0.8941	-0.0307 0.5019
TOP5	0.1291 0.0046	-0.2005 0	-0.1145 0.012	-0.3373 0	0.1637 0.0003
YKSITYIS	0.051 0.2642	-0.042 0.3582	-0.0209 0.6469	-0.0987 0.0305	0.0593 0.194
YTUOTOS	-0.2125 0	0.3668 0	0.1167 0.0105	0.5892 0	-0.2127 0
TYYPPI	0.0174 0.7033	0.1797 0.0001	-0.0211 0.6449	0.1463 0.0013	0.0462 0.3122

Liite 4

STATISTIX FOR WINDOWS

UNWEIGHTED LEAST SQUARES LINEAR REGRESSION OF CCR

PREDICTOR

VARIABLES	COEFFICIENT	STD ERROR	STUDENT'S T	P	VIF
CONSTANT	25.4675	7.07141	3.60	0.0004	
AVOHOITO	-1.444E-06	1.001E-06	-1.44	0.1498	47.5
CASEMIX	-0.02290	0.03214	-0.71	0.4765	4.7
EOSUUS	-0.20245	0.16522	-1.23	0.2211	38.6
ETK	-0.00407	0.00495	-0.82	0.4111	2.2
HOITTOJ	-1.033E-05	1.043E-05	-0.99	0.3224	525.9
IKAVAKIO	3.256E-04	2.735E-04	1.19	0.2345	1.7
KMETAISYY	-2.586E-04	3.793E-04	-0.68	0.4956	3.7
LAKKO	0.00490	0.01523	0.32	0.7480	1.9
OSUUSHPST	0.00295	8.539E-04	3.46	0.0006	95.3
OSUUSKUST	-0.00312	8.736E-04	-3.57	0.0004	103.2
PIIRINKOK	-1.944E-08	2.256E-08	-0.86	0.3892	7.9
SIJAT1	2.920E-05	3.540E-05	0.82	0.4099	21.1
SIJAT2	-3.316E-08	1.611E-08	-2.06	0.0401	15.1
SLKM	0.00179	0.00357	0.50	0.6160	6.1
STUOTOS	0.00734	0.00503	1.46	0.1451	38.5
STUOTTAVU	0.00543	1.753E-04	31.00	0.0000	1.7
TARV1	-0.05803	0.20072	-0.29	0.7726	124.9
TARV2	-0.14395	0.19054	-0.76	0.4503	81.1
TARV3	0.12673	0.17890	0.71	0.4791	79.9
TOP5	0.17360	0.03577	4.85	0.0000	3.1
TYYPPI	0.00423	0.01070	0.40	0.6929	5.9
VUOSI	-0.01266	0.00354	-3.58	0.0004	1.8
YKSITYIS	0.46128	0.18906	2.44	0.0151	23.6
YTUOTOS	0.01121	0.00979	1.15	0.2525	801.9
ERIKOISAL	0.04941	0.00505	9.79	0.0000	2.1

R-SQUARED 0.8009 RESID. MEAN SQUARE (MSE) 0.00407
 ADJUSTED R-SQUARED 0.7900 STANDARD DEVIATION 0.06377

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REGRESSION	25	7.44255	0.29770	73.21	0.0000
RESIDUAL	455	1.85023	0.00407		
TOTAL	480	9.29277			

CASES INCLUDED 481 MISSING CASES 0

STATISTIX FOR WINDOWS

UNWEIGHTED LEAST SQUARES LINEAR REGRESSION OF BCC

PREDICTOR

VARIABLES	COEFFICIENT	STD ERROR	STUDENT'S T	P	VIF
CONSTANT	-1.13856	6.78699	-0.17	0.8668	
AVOHOITO	7.824E-06	9.608E-07	8.14	0.0000	47.5
CASEMIX	-0.02289	0.03085	-0.74	0.4585	4.7
EOSUUS	-0.08942	0.15857	-0.56	0.5731	38.6
ETK	0.00239	0.00475	0.50	0.6147	2.2
HOITOIJ	5.464E-05	1.001E-05	5.46	0.0000	525.9
IKAVAKIO	-4.840E-04	2.625E-04	-1.84	0.0659	1.7
KMETAISYY	-4.813E-04	3.640E-04	-1.32	0.1868	3.7
LAKKO	0.02983	0.01462	2.04	0.0418	1.9
OSUUSHPST	8.480E-05	8.196E-04	0.10	0.9176	95.3
OSUUSKUST	-3.516E-04	8.385E-04	-0.42	0.6752	103.2
PIIRINKOK	-2.233E-08	2.165E-08	-1.03	0.3030	7.9
SIJAT1	6.844E-05	3.398E-05	2.01	0.0446	21.1
SIJAT2	-4.726E-08	1.546E-08	-3.06	0.0024	15.1
SLKM	-0.00122	0.00343	-0.35	0.7229	6.1
STUOTOS	0.01240	0.00483	2.57	0.0105	38.5
STUOTTAVU	0.00417	1.683E-04	24.80	0.0000	1.7
TARV1	-0.09201	0.19265	-0.48	0.6332	124.9
TARV2	-0.14854	0.18287	-0.81	0.4171	81.1
TARV3	0.21069	0.17170	1.23	0.2204	79.9
TOP5	0.06054	0.03433	1.76	0.0785	3.1
TYYPPI	-0.00454	0.01027	-0.44	0.6589	5.9
VUOSI	7.867E-04	0.00340	0.23	0.8170	1.8
YKSITYIS	0.23612	0.18145	1.30	0.1938	23.6
YTUOTOS	-0.05386	0.00939	-5.73	0.0000	801.9
ERIKOISAL	0.01911	0.00484	3.94	0.0001	2.1

R-SQUARED 0.7076 RESID. MEAN SQUARE (MSE) 0.00375
 ADJUSTED R-SQUARED 0.6916 STANDARD DEVIATION 0.06120

SOURCE	DF	SS	MS	F	P
REGRESSION	25	4.12522	0.16501	44.05	0.0000
RESIDUAL	455	1.70438	0.00375		
TOTAL	480	5.82960			

CASES INCLUDED 481 MISSING CASES 0

Liite 5

Projektin itsearviointi

Projekti eteni lähes suunnitelman mukaan. Tehtävien ennalta sovittu allokointi piti ja toimi kohtuullisen hyvin. Pieniä vaikeuksia oli tehtävien jakamisessa sopiviksi osiksi siten, että kaikki pystyivät itsenäisesti työskentelemään projektin parissa. Sähköpostilla kommunikointi ei korvaa oikeita kokouksia, joita olisi voinut pitää useamminkin.

Tehokkuustunnuslukujen laskeminen ja siihen tarvittava ohjelmointi oli suoraviivaista ja valmistui aikataulustaan edellä. Sen sijaan selittävien tekijöiden etsiminen ja analysointi osoittautui suunniteltua monimutkaisemmaksi ja hitaammaksi. Tähän vaikutti myös tavoitteiden tarkentuminen vasta projektin puolivälissä.

Projektiryhmän jäsenet kokivat tehdyn työn erisuuruiseksi, mikä varmasti johtuu edellä mainituista ongelmista tehtävien jakamisessa. Keskimääräisesti työmäärä vastasi kurssin 3 ov:n suoritusarvoa. Yllättävän paljon aikaa meni kuitenkin vaadittuun tiheään raportointiin. Esimerkiksi projektipäälliköllä meni lähes viikon työaika projektisuunnitelmaan ja väliraporttiin liittyviin valmisteluihin ja esityksiin sekä kurssiin periaatteessa pakollisina kuuluviin ekskursionihin. Näin ollen kokonaistyöajasta vain noin 60 % oli varsinaista projektiin liittyvien tavoitteiden eteen työskentelyä. Näin asian varmasti kuuluukin olla, mutta projektin alussa ei tätä osattu täysin ennakoita.

Projektin suunnitteluvaiheessa suurimmaksi riskiksi oletettiin liian pitkä suunnitteluvaihe ja varsinaisen toteutuksen myöhästyminen. Tämän riskin minimointi onnistui suunnitelmien mukaan allokoimalla tehtävät heti alussa siten, että päästiin etenemään sekä sovellus- että teoriapuolella. Projektin puolivälissä päätettiin keskittyä vain tärkeimpiin analysointimenetelmiin ja tämä kannatti, sillä projektin lopussa oli odotetusti kova kiire.