

## **OPERAATIOANALYYSI HALLINTO-OPILLISENA TUTKIMUS- MENETELMÄNÄ\***

Ilkko B. Voipio

---

### **I Johdanto**

Tutkimuksen tarkoituksena on tutkia mahdollisuuksia operaatioanalyysin soveltamiseen hallinnon tutkimuksen piirissä. Operaatioanalyysi on osoittanut tehokkuutensa mitä moninaisimmissa teollisissa ja liikkeenjohdollisissa sovellutuksissa. Sen käyttöönotto hallinnon tutkimuksen piirissä tietää toisaalta uutta aluevaltausta operaatioanalyysin käytölle, toisaalta uutta menetelmäkokonaisuutta erilaisten hallintojärjestelmien koon optimoinnissa. Operaatioanalyysin pohjautuessa hyvin voimakkaasti hyötyajatteluun ja sen ollessa kiinteiden resurssien avulla suoritettavan toiminnan maksimointia tai vastaavasti tietyn toiminnan suorittamiseen tarvittavien resurssien minimointia on operaatioanalyysin käytöllä relevanssia hallinnon tutkimuksessa.<sup>1</sup>

Esillä oleva tutkimus ei sellaisenaan pyri mihinkään yleispätevään selitys- tai ratkaisumalliin hallintoelinten koon optimoinnille. Olen keskittynyt uuden apuvälineen soveltuvuuden tutkimiseen sekä sen alustavaan esittelyyn myöhempiä perusteellisempia tutkimuksia varten. Tutkimukseni tehokkuuden mitat ovat varsin mielivaltaisesti valittuja ja ne vaativat myöhemmissä tutkimuksissa huolellista uudelleenarviointia. Tämänäyttypissä pioneiritutkimuksessa on tapana suoda vapauksia yksityiskohtien osalta. Myöskään järjestelmälle esitettävä tavoite ja sen kautta muodostuva tavoitefunktio ei voi olla paras mahdollisista ja monissa olosuhteissa se olisi irrelevantti järjestelmään nähden.

### **II Käytettävistä menetelmistä**

#### **1. Operaatioanalyysi yleensä**

Operaatioanalyysi, jota myöskin kutsutaan mm. operatiotutkimukseksi, pohjautuu siitä tarpeesta, joka syntyy erilaisten järjestelmien monimutkais-

---

\* Kirjoittaja on laatinut samannimisen sivulaudaturtyön Helsingin yliopistossa yleisessä valtio-opissa keväällä 1969, josta työstä tämä artikkeli on lyhennelmä ilman täydellisiä tietokoneajojen raportointeja. Kiinnostuneita kehoitetaan tutustumaan alkuperäiseen tutkimukseen.

tuessa. Ensimmäisenä tehtävänä on ollut eri järjestelmien toiminnan kuvaus yhteisellä kielellä, joka toimisi universaalisti riippumatta järjestelmälle tyypillisistä erikoispiirteistä.<sup>2</sup>

Operaatioanalyysi ei itsessään keskity pelkästään kuvailevaan esitykseen, vaan tehtävään aikaisempiin ratkaisuihin nähden vähemmän huonojen ratkaisumallien tekemiseksi. Tällöin on helposti havaittavissa että tarvittavina apuvälineinä tulevat olemaan ne vertailukelpoisuuden omaavat menetelmät, joissa voidaan yhtäaikaisesti tarkastella olemassa olevaa ratkaisua sekä saatua ehdotusta paremmaksi ratkaisuksi. Samoin kuin luonnontieteissä on muidenkin tieteiden aloilla perustarpeena pyrkiä pitkälle vietyyn järjestelmällisyyteen. Edelleen järjestelmällisyydestä luonnollisena askeleena eteenpäin on pyrkiä asioiden yksinkertaisempaan esitysmuotoon. Tästä ovat jo varhain useat tutkijat pyrkineet etenemään analyttiseen suuntaan. Kuitenkin kaikkien aiemmin käytettyjen menetelmien puutteellisuus on aiheuttanut sen, että saavutetut tulokset ovat olleet verraten vähän käyttökelpoisia, eikä niiden käyttäminen yleisesti hyödyllisempiin tarkoituksiin ole ollut mahdollista laajemmassa mitassa.

Ensimmäisenä vaiheena kaikessa operaatiotutkimuksessa on selvittää tarkasteltavan operaation, toiminnon tarkoitus. Tässä vaiheessa käytetään kaikkia mahdollisia havaintokeinoja toiminnon kaikkien osasten rekisteröinniksi, jotta käytettävissä olisi tarpeellinen materiaali luotavan mallin rakentamiseksi.<sup>3</sup>

Toisena vaiheena on löytää operaation tehokkuudelle jokin mitta. Mitan tulisi olla järjellisellä tavalla kvantitatiivinen, jotta voitaisiin käyttää matemaattisia menetelmiä mitan yhteydessä.

Kolmantena vaiheena, jossa varsinaisesti kuvaan tulee mukaan matemaatiikka tai tilastotiede, kuten halutaan, pyritään parantamaan toiminnon tehokkuutta. Tehokkuus voi olla resurssien käytön minimointia tietyn tuloksen saavuttamiseksi tai tulosten maksimointia kiinteillä resursseilla. Tehokkuuden ollessa mitallinen voidaan käyttää yleisiä optimointimenetelmiä tehokkuuden parantamiseen edellyttäen edelleen tehokkuuden mitan olevan ainakin rajoitetussa mielessä jatkuvan. Operaatioanalyysin käytön edellytykset ovat myöskin huomattavasti kehittyneet laskennallisten menetelmien myötä. Käytännössä kaikki lineaarisen ohjelmoinnin tehtävät ratkaistaan käyttäen apuna tietokoneita, joiden kehittyminen on tunnetusti ollut nopeaa viimeisinä vuosina.

Edellä ei kenties ole riittävästi painotettu sitä, että operaatioanalyysi ei sellaisenaan ole mikään menetelmä, vaan yksi kokonaisuus, joka muodostuu erilaisista aikaisemmin tuntemattomista menetelmistä. Tällaisia ovat mm. lineaarinen ohjelmointi, varastomallit, verkkoteoria jne. Useimmat näistä menetelmistä sisältävät optimoinnin hyväksikäyttöä.

## 2. Lineaarinen ohjelmointi

Matemaattinen ohjelmointi sisältää useampia eriytyneitä haaroja, joista voitaneen mainita lineaarinen, kvadraattinen, epälineaarinen, dynaaminen, diskreetti jne. ohjelmointi.

Lineaarisen ohjelmoinnin probleemassa on joukko lineaarisia yhtälöitä tai useammin epäyhtälöitä sekä lineaarinen funktio, joka on ohjelmoinnin hyötyfunktio, ts. maksimoitava tai minimoitava funktio. Lineaarisen ohjelmoinnin problema esitetään yleisimmin matriisimuodossa:

$$\text{Rajoitusyhtälöt} \quad A x \leq b, x \geq 0; A: (m \times n), x: (n \times 1)$$

$$\text{Tavoitefunktio} \quad Z = c'x$$

min  
(max)

Ohjelmoinnin ratkaisuihin liittyvät seuraavat käsitteet:

Käypä ratkaisu: muuttujien  $x$  arvojoukko  $\bar{x}$ , joka täyttää rajoitusyhtälöt.

Käypä kantaratkaisu: käypä ratkaisu, missä  $\leq m$  kpl  $x_i \geq 0$ .

Ei-degeneroitunut käypä kantaratkaisu: käypä kantaratkaisu, jossa on täsmälleen  $m$  kpl  $x_i \geq 0$ .

Optimiratkaisu: käypä ratkaisu, joka optimoi tavoitefunktion.

Lineaarisen ohjelmoinnin ratkaisua etsittäessä käytetään useissa tapauksissa »simplex-menetelmää». Tällä menetelmällä löydetään probleeman kärki ja voidaan todeta onko se optimi. Edelleen menetelmällä voidaan päättää mihin suuntaan on edettävä optimin löytämiseksi. Ratkaistaessa lineaarisen ohjelmoinnin problemaa voidaan samalla ratkaista toinen lineaarinen ohjelmointi — edellisen probleeman peili- eli duaaliprobleema. Duaalitehtävän konstruointi on välittömästi käsillä konstruoidaessa primaalia.

Esimerkki: Primaalissa on minimoitavana  $f$  ja etsittävä  $x$  (sarakevektori) ehtojen ollessa ( $c$  on rivi- ja  $b$  sarakevektori)

$$A x \geq b, x \geq 0$$

$$f = c x$$

Duaalissa on etsittävä  $w$  (rivivektori), joka maksimoi

$$g = w b$$

ehtojen

$$w A \leq c$$

ollessa voimassa.

Jos joko primaalilla tai duaalilla on äärellinen optimiratkaisu, on toisellakin optimiratkaisu ja  $\min f = \max g$ , vastaavasti  $\max f = \min g$ .<sup>4</sup>

## 3. Muista operaatioanalyysin menetelmistä

Alkuperäisen tutkimussuunnitelman mukaan tutkimuksessa tuli suorittaa lineaarisen ohjelmoinnin lisäksi jonoteoreettinen tarkastelu, mutta tutkimusaineiston suppeuden takia tätä osaa ei voida loppuunsaattaa tällä

kerralla. Tästä syystä muiden operaatioanalyysin menetelmien osalta viitataan muuhun kirjallisuuteen.<sup>5</sup>

### III Tutkimusaineisto

Tutkimusaineisto koostuu kahdenlaatuisista elementeistä. Toisaalta tulee käyttöön eräät operaatioanalyysin menetelmät ja niiden sovellutuksissa käytettävät tietokoneiden kirjasto-ohjelmat sekä toisaalta havaintoaineisto, johon sovelletaan menetelmiä.

Menetelmiä tutkittaessa lähinnä keskitytään niiden kuvaukseen ja soveltuvuuteen annetun hallinnollisen viitekehysten puitteissa. Menetelmien arviointi liittyy hyvin suurelta osalta sovellutuksien antamien tulosten mielekkyyteen, joskin tässä suhteessa tietty pyöritys on sallittava aineiston rajoittuneisuuden ja henkilöiden äärellisen jakautumiskyvyn johdosta.

Havaintoaineistona on Helsingin yliopiston ylioppilaskunnan hallinnollinen henkilökunta.<sup>6</sup> Aineiston valintaan johtaneita syitä on useampia. Mainitakseni eräitä tärkeimmistä, esitän seuraavaa: ylioppilaskunnan pitkälle viety byrokraatisoituminen on viimeaikaisessa ylioppilaspoliittisessa keskustelussa ollut usein esillä sekä oma asemani ylioppilaskunnassa tällä hetkellä on tarjonnut erinomaiset mahdollisuudet aineiston hankintaan.

Ylioppilaskunnan hallinto on kaksijakoinen: Yleinen hallinto ja kiinteistöhallinto, joista yleinen hallinto jakaantuu keskus- ja taloustoimistoon ja kiinteistöhallinto kiinteistötoimistoon ja Domus Academican toimistoon.

Ylioppilaskunnan henkilökunta voidaan jakaa neljään tasoon. Toisena jakoperustana on jako virkamiehiin ja toimistotyöntekijöihin ja toisena näiden ryhmien jako kahtia karkeaan palkkaan perustuvan jakoperusteen mukaan. Virkamiehillä palkan mukaiseksi jakoperustaksi on valittu 1400,—/kk ja toimistotyöntekijöillä 700,—/kk. Puolipäivätoimiset henkilöt sijoitetaan ao. tasoon heidän palkkansa kaksinkertaisen määrän perusteella.

Nykyisellään henkilöitä on ylioppilaskunnan viroissa ja toimissa seuraavasti:

Taulukko 1. Ylioppilaskunnan virat ja toimet

Toimipaikka	Virkamiehet		Toimistohenkilökunta	
	I taso	II taso	I taso	II taso
Yleinen hallinto				
Keskustoimisto	3	3 (2) <sup>1</sup>	2	2
Taloustoimisto	1	—	2	—
Kiinteistöhallinto				
Kiinteistötoimisto	2	—	4	2 <sup>2</sup>
Domus Academica	1	—	2	—

<sup>1</sup> Puolipäivätoimet suluissa kokopäivätoimisten lisäksi.

<sup>2</sup> Toinen näistä osallistuu yleisen hallinnon keskustoimiston toimistotyöhön.

Esitetyn mukaan koko koneistossa olevien henkilöiden määrä ei ole kovin suuri. Kuitenkin se on a priorikin melko epätarkoituksenmukaisesti jaettuna moneen osaan. Menetelmän testaamisen kannalta henkilöiden määrä on kuitenkin riittävä ja haastatteluun perustuvan arvioinnin kannalta se ei kuitenkaan ole liian suuri.

Tutkimuksessa on otettava huomioon eräiden henkilöiden selvä funktionaalinen sijoittaminen, josta aiheutuu rakennettavaan systeemiin rajoitusehtoja, joita voidaan muuttaa ajon aikana. Tätä on pidettävä käyttöönotettavan kirjasto-ohjelman myönteisenä piirteenä pelkästään yleiseen teoriaan tutustuneelle henkilölle.

Menetelmän osoittautuessa käyttökelpoiseksi tässä ylioppilaskunnan tutkimuksessa sitä voidaan käyttää laajempia kokonaisuuksia tutkittaessa. Kuitenkin sitä ennen olisi voitava kokeilla tulostenmukaisesti muutettua henkilöorganisaatiota, jotta menetelmän oikeutus tulisi selvästi esille.

#### **IV Tutkimusaineiston datamateriaali ja tulostaulukko**

Maaliskuun viimeisellä viikolla kuluvaa vuotta hankittiin tarvittava materiaali ylioppilaskunnan kaikista toimistoista käyttäen laadittua lomaketta. Lomakkeen täyttäjien kohdalta kato oli tutkimuksen päämäärät huomioonottaen vähäinen. Lomakkeessa työt oli luokiteltu viiteen luokkaan. Lisäksi selvisi lomakkeen avulla kuhunkin työhön käytetty aika. Tarkoituksena oli edelleen hankkia tietoja töiden jonotuksesta ja niiden yhteydessä olevasta prioriteettijärjestyksestä. Tähän ei kuitenkaan materiaalin niukkuus tarjonnut riittävästi mahdollisuuksia.

Tutkimuksen relevanttiuden takia valittu viikko oli mielivaltainen ja jälkikäteen suoritettujen tarkistusten yhteydessä saatettiin todeta, että henkilökunnan kapasiteetti oli käytössä tuolloin vain osatehoisesti. Käytetty teho ei kuitenkaan sellaisenaan ollut ainoa mitattava tekijä, vaan tutkimuksen kannalta huomattavasti tärkeämmät olivat ryhmien keskinäiset suhteet, jotka voidaan katsoa tulleen tyydyttävästi selvitettyksi.

Mainitun viikon aikana pidettiin kirjaa kaikissa yksiköissä suoritettujen töiden määrästä, sikäli kuin ne olivat kvantifioitavissa. Kontrolli osoitti jälkikäteen suurelta osaltaan näin tapahtuneen. Seuraavat seikat otettiin huomioon: tuotetut konekirjoitusliuskat syntyvästä riippumatta, puhelinkeskustelujen määrä keskipituuksineen, virka-ajan puitteissa käydyt neuvottelut pituuksineen, tekstin laadinta ja suunnittelu liuskoina — kysymys ei ollut puhtaaksikirjoittamisesta — sekä mahdolliset muut tehtäväksi tulleet työt.

Henkilökunnalle laskettiin ensin kullekin yksityiselle henkilölle kapasiteetit työluokittelun puitteissa ja tämän jälkeen laskettiin ryhmittäin keskiarvot, jolloin saatiin matriisin kapasiteettiarvot. Kunkin luokan palkka-arvot on laskettu samantapaisella luokittaisella keskiarvomenetelmällä. Henkilökohtaisissa kapasiteettiarvoissa on päivittäinen arvo lähtötietona ja palkka-arvoissa kuukauden palkka. Rajoitusvektorina on kapasiteettien osalta ollut nykyiseen kokoonpanoon liittyvien kapasiteettien summat. Palkkarajoituksena on nykyinen palkkasumma kokoonpanoittain. Rajoitusvektorista on huomattava se, että työkapasiteetit ovat alarajoina ja palkkarajoitus ylärajana. Tämä sen vuoksi, että tutkimuksen tulokset oletetaan nykyistä parempi työsaavutus korkeintaan nykyisillä kustannuksilla.

Hyötyfunktiona on käytetty henkilöryhmittäin laskettua kapasiteetti-arvoa, jossa on suoritettu painotusta ensimmäisen ja toisen ryhmän välillä lähtien töiden kenties kuvitellusta eriarvoisuudesta. Arvio on suoritettu käytettyjen keskiaikojen suhtautumisesta työryhmittäin ja näistä otetuista painotetuista keskiarvoista. Hyötyfunktioiksi saatiin seuraava:

$$26 a + 21,75 b + 35,6 c + 11,55 d = z$$

Näitä arvoja olisi voitu muuttaa koneajon aikana ja kokeilla useampia kombinaatioita, mutta en katsonut sitä tehtävän kannalta oleelliseksi ja korvasin mahdollisuuden tulla ylisuuria arvoja ensimmäisen toimistotyöntekijöiden ryhmälle asettamalla ryhmälle ylärajan, jota olisi voinut ja kenties pitänytkin muuttaa saatujen tulosten valossa. Tämä on menetelmäkokeilun kannalta kuitenkin epäoleellista.

Kapasiteettimatriisi sai seuraavan muodon käytetystä materiaalista:

3,5 a +	3,5 b +	0,125 c +	0,3 d	Tekstin laadinta
0,5 a +	0,25 b +	12 c +	2,75 d	Puhtaaksikirjoitus
8,5 a +	11 b +	5,5 c +	0,5 d	Puhelinkeskustelut
5 a +	5 b +	0,2 c		Neuvottelut
		4,5 c +	8 d	Muut työt
1591 a +	1186 b +	922 c +	593 d	Palkkarajoitus

Näihin kapasiteetteihin pohjautui koko työskentely. Hieman alempana annetaan kapasiteettirajoitukset. Alkuperäistä suunnitelmaa kaikkien yksiköiden itsenäiseen ajoon joudutaan hieman supistamaan sen johdosta, että taloustoimisto ja Domus Academica ovat itsenäisinä yksikköinä liian pieniä esillä olevaan ajoon. Tämä johtuu siitä, että ensimmäisen tason virkamiehille jouduttiin asettamaan alaraja — muuten ehkä ei oltaisi saatu yhtään ylempää virkamiestä systeemiin — sekä ensimmäisen tason toimistotyöntekijöille, jotta ainakin yksi kumpaakin ryhmää saataisiin mukaan. Tämä osoittautui kohtalokkaaksi mainittujen kahden yksilön osalta. Myö-

hemmin tullaan näkemään, että tämä johti siihen, että lopulliseen kokoonpanoon tuli turhan kalliina mukaan ensimmäisen tason virkamiehiä ja ennen kaikkea pienten yksiköiden osalta menetettiin mahdollisuus käypään ratkaisuun.

Kapasiteettirajoitukset olivat tutkimuksessa seuraavat:

Keskus- toimisto	Kiinteistö- toimisto	Talouškiinteistö- toimisto	Domus-kiinteistö- toimisto	Talous-Domus- kiinteistötoimisto	Kaikki yhdessä	
$\geq 25,35$	$\geq 8,1$	$\geq 11,85$	$\geq 11,85$	$\geq 15,60$	$\geq 40,95$	Te
$\geq 32$	$\geq 54,5$	$\geq 79$	$\geq 79$	$\geq 103,5$	$\geq 135,5$	Pk
$\geq 81,5$	$\geq 40$	$\geq 59,5$	$\geq 59,5$	$\geq 79$	$\geq 160,5$	Plin
$\geq 35,4$	$\geq 10,8$	$\geq 16,2$	$\geq 16,2$	$\geq 21,6$	$\geq 57$	Neu
$\geq 25$	$\geq 18$	$\geq 27$	$\geq 27$	$\geq 36$	$\geq 61$	Muut
$\leq 12736$	$\leq 11245$	$\leq 15252$	$\leq 14588$	$\leq 18595$	$\leq 31331$	Palk

Tälle materiaalille suoritettiin lineaarisen ohjelmoinnin kirjastoohjelman mukainen tietokoneajo yliopiston laskentakeskuksen IBM 1620-koneella. Tiedot oli lävistetty normaalin manuaalin mukaiseen standardiin.<sup>7</sup>

## V Eräitä johtopäätöksiä käytetystä menetelmästä

Lineaarinen ohjelmointi saatujen tulosten nojalla laajasti ottaen soveltuu apuvälineeksi hallinnon tutkimuksessa, sillä saavuttamamme tulokset ovat numeerisesti järkeviä ja monien ylioppilaskunnan puitteissa toimineiden henkilöiden käsityksen mukaan hyvinkin pitkälle sovellettavissa sellaisenaan. Käytetyt mittausmenetelmät ovat varmasti olleet hyvinkin puutteelliset, mutta tarkoituksena oli tällä kerralla kokeilla menetelmän yleistä soveltuvuutta. Kapasiteettimatriisin muodostus sekä rajoitusehtojen asetelu kaippa runsaasti lisätutkimusta. Kuitenkin päälinjauksella niinkin kate mittaustekniikka, jota tutkimuksen yhteydessä käytettiin antaa suuntaa antavia tuloksia. Suorittaessa vastaavaa tutkimusta suuremmissa kokonaisuuksissa, joissa yksilöllisyys ei merkitse niin paljon kuin pienissä yksiköissä menetelmä sopii varmasti huomattavasti paremmin.

Tärkeimmät muutokset nykytilanteeseen on tullut selvitetyksi jo varsin aisten ajotulosten esittelyn yhteydessä. Palaisin kuitenkin siihen, että varioimalla toisaalta matriisia ja rajoituksia ja toisaalta luokkakohtaisia ala- ja ylärajoja saadaan huomattava määrä informaatiota organisaatiosta ja muuttamiseen johtavien päätösten teossa kannattaa valita ensimmäisessä

Taulukko 2. Yhteenvertotaulukko Helsingin yliopiston ylioppilaskuntaa koskevasta operaatioanalyysin case-study -tutkimuksesta liittyen operaatioanalyysin soveltuvuutta hallinto-opissa koskevaan tutkimukseen.

Nykyarvot sulkeissa.

Kohde	Keskus- toimisto	Kiinteistö- toimisto	Talous- kiinteistö- toimisto	Domus- kiinteistö- toimisto	»Muut toimistot»	Kaikki yhteensä
Ensimmäisen tason virkamies	1 (3)	1 (2)	1 (3)	1 (3)	1 (4)	1 (7)
Toisen tason virkamies	6.021 (4)	0.986 (—)	1.840 (—)	1.840 (—)	2.920 (—)	10 (4)
Ensimmäisen tason toimistotyön- tekijät	3.656 (2)	9.203 (4)	10 (6)	10 (6)	10 (7)	10 (10)
Toisen tason toimistotyöntekijä	1.096 (2)	— (2)	3.809 (2)	2.689 (2)	7.286 (2)	14.604 (4)
Yhteensä	11.746 (11)	11.189 (8)	16.649 (11)	15.529 (11)	21.206 (14)	35.604 (25)
Hyötyfunktio	299.445 (259.600)	375.660 (217.600)	466.014 (314.700)	453.082 (314.700)	529.669 (411.900)	768.173 (671.500)



vaiheessa realistisimmalta tuntuvat kombinaatiot. Suoritetun case-studyn johdosta voidaan vetää johtopäätös siitä, että operaatioanalyysi on kehityskelpoinen hallinto-opin apuvälineeksi.

## VI Loppusanat

Ylioppilaskunta vastaa monessa suhteessa lukemattomia keskisuuria järjestöjä, onhan HYY:n jäsenmäärä n. 23 000. Samalla se vastaa oman erityisasemansa puolesta pieniä itsehallintoyksiköjä, sillä HYY:llä on varsin omalaatuinen asema lainsäädännön puitteissa, jonka aseman mahdollisen ylioppilaskuntalain voimaantumisen yhteydessä muutkin ylioppilaskunnat saavat.

Tutkimuksessani käytetty menetelmä on »kylmä». Menetelmä ei itse ota huomioon mitään inhimillisiä tekijöitä. Silloin kun on tarkoituksena suorittaa hallinnon kokonaisuudistuksia on ehkä tarkoituksenmukaista ensimmäisessä vaiheessa suorittaa »kylmällä» menetelmällä tarvittavat mahdollisesti jyrkätkin leikkaukset ja sen jälkeen muuttaa systeemiä inhimilliset tekijät huomioonottaen.

Eräänä tutkimuksen sivutarkoituksena on ollut huomion kiinnittäminen niihin lukuisiin menetelmämahdollisuuksiin, jotka operaatioanalyysi tarjoaa. On varmasti hedelmällistä laajentaa tutkimusperspektiiviä uusilla menetelmillä ja niiden avulla saada uutta tietoa systeemeistä. Tarkastelunäkökohdan vaihtaminen saattaa monessa tapauksessa tuoda esiin aikaisemmin havaitsemattomia piirteitä systeemeistä.

Kuitenkin haluan tässä yhteydessä huomauttaa, että uudet menetelmät eivät ole milläänlailla ainoa autuaaksitekevä parannus tutkimuksen kentällä. Nyt esitetty tutkimus ei missään tapauksessa ole kaikilta osiltaan valmis. On jo esitetyn perusteella selvää, että useimmat arvioinneista ovat vielä keskeneräisiä. Kuitenkin olen nähnyt hyväksi antaa tutkimuksen eteenpäinviemiseksi virikkeitä tällä tavalla.

### LÄHDEVIITTEET

<sup>1</sup> Operaatioanalyysistä yleensä, ks. Saaty: *Mathematical Methods of Operations Research*, New York 1959.

<sup>2</sup> Saaty, mt. s. 1—18.

<sup>3</sup> Saaty, mt. s. 2—4.

<sup>4</sup> S. I. Gass: *Linear Programming*, New York 1958.

<sup>5</sup> Tiedot on saatu Helsingin yliopiston ylioppilaskunnan Tulo- ja menoarviosta vuodelle 1969.

<sup>6</sup> Ks. esim. VTT Ilkka Heiskasen johtamassa hallinto-opin seminaarissa 05. 03. 1969 pitämäni tutkimussuunnitelman esittely (julkaisematon moniste) sekä toisaalta, Saaty, mt.

<sup>7</sup> IBM Application Program H20-0106-0, ks. 1620-1311 *Linear Programming System (1620-CO-04x) Program Reference Manual*, New York, painovuosi tuntematon 1960-luvulla.