

TK

TILASTOKESKUS

TUTKIMUKSIA

No 21

STATISTIKCENTRALEN

UNDERSÖKNINGAR

Reino Hjerppe

**KOKONAISTALOUDELLISEEN OHJELMOINTI-
MALLIIN PERUSTUVA TUTKIMUS
TUOTANNONTEKIJÖIDEN ALLOKAATIOSTA
SUOMESSA**

JOULUKUU
DECEMBER 1972

KOKONAISTALOUDELLISEEN OHJELMOINTIMALLIIN PERUSTUVA
TUTKIMUS TUOTANNONTEKIJÖIDEN ALLOKAATIOSTA SUOMESSA

Reino Hjerppe

SISÄLLYSLUETTELO

	sivu
1. Johdanto	1
1.1. Tutkimusongelma	1
1.2. Tutkimuksen rakenne	6
1.3. Muista vastaavista tutkimuksista	7
1.4. Markkinamekanismi resurssien allokoijana	8
2. Eräitä tutkimuksen kannalta keskeisiä käsitteitä	11
2.1. Tehokkuuden käsitteestä	11
2.2. Optimaalisuuden käsitteestä	15
2.3. Ulkomaankauppa ja tehokkuus	26
2.4. Aktiviteettianalyysi ja lineaarinen ohjelmointi	32
3. Mallin konstruointi	40
3.1. Empiirinen peruskehikko	40
3.2. Tuotantoaktiviteetit	45
3.3. Tuonnin käsittelystä	47
3.4. Tuontiaktiviteetit	51
3.5. Vientiaktiviteetit	53
3.6. Pääoman muodostuksen käsittelystä	54
3.7. Pääoman muodostuksen aktiviteetit	58
3.8. Aktiviteettien väliset yhteydet eli mallin rajoitukset	60
4. Mallilla suoritettavat kokeet ja niiden tulokset	67
4.1. Optimiratkaisun etsimisprosessista	73
4.2. Vaihtoehto I	82
4.3. Vaihtoehto II	84
4.4. Vaihtoehto III	93
4.5. Eräitä yleisiä johtopäätöksiä saa- duista koetuloksista	99
4.6. Duaaliongelman ja varjohinnat	106
5. Mallin testausmahdollisuuksista	111
6. Yhteenveto	114

	sivu
Liite 1	119
Liite 2	121
Liite 3	123
Liite 4	124
Liite 5	125
Liite 6	126
Liite 7	127
Lähdeluettelo	128

Alkusanat

Esillä olevassa tutkimuksessa käsitellään kokonais-
taloudellista ohjelmointimallia, joka perustuu kansan-
talouden tilinpitotilaston ja panos- tuotostutkimusten
tarjoaman empiirisen aineiston hyväksikäyttöön.

Kiitän Yrjö Jahnssonin säätiötä, jonka taloudellinen
tuki on tehnyt tutkimuksen suorittamisen mahdolliseksi.
Varsin merkityksellinen on ollut myös se tuki, jonka
allekirjoittanut on saanut osallistuessaan osastopäällikkö,
vt.prof. O.E. Niitamon johdolla toimineen valtion yhteis-
kuntatieteellisen toimikunnan rahoittaman tutkimusryhmän
työhön.

Tutkimus on esitetty lisensiaattityönä Helsingin yli-
opiston valtiotieteellisessä tiedekunnassa marraskuussa
1972.

Reino Hjerppe

1. Johdanto

1.1. Tutkimusongelma

Tämän tutkimuksen tarkoituksena on ollut kehittää ja kokeilla sellaista kokonaistaloudellista mallia, jonka avulla voitaisiin tarkastella tuotannontekijöiden käytön tehokkuutta ja optimaalisuutta Suomen kansantaloudessa. Mallia voisi luonnehtia lähinnä rakennepoliittisten tarkastelujen apuvälineeksi, jos rakennepoliitikalla tarkoitetaan kansantalouden toimialoittaiseen tuotantorakenteeseen suuntautuvaa politiikkaa.

Kansantalouden kasvun ja työllisyyden kannalta rakennepoliittiset kysymykset ovatkin keskeisiä. Kokonaistaloudellisen suunnittelun kannalta on ilmeisesti tärkeitä, että voidaan löytää keinoja tuotantovoimien käytön tehokkuuden tarkastelemiseen kokonaistaloudellisella tasolla. Tässä tutkimuksessa on pyritty kehittämään mallia, joka voisi muodostaa erään perustan tällaisille arvioille.

Tarkastelukulmani ei kuitenkaan tarvitse rajoittua yksinomaan taloudellisen suunnittelun apuvälineistön kehittämisyhtymykseen, sillä konstruoidun mallin avulla voidaan periaatteessa tarkastella yleensä kansantalouden toimintaa ja sen tehokkuutta riippumatta siitä käytetäänkö tuloksia suunnittelun ja vaikuttamisen välineenä tai ei.

Suomen kansantalouden lähimenneisyydelle on ollut luonteenomaista suhteellisen voimakas kasvu (kansantuotteel-

la mitattuna) ja tuotannon rakenteen muutos. Kuitenkin maatalouden osuus kansantuotteesta on suuri muihin samalla per capita tulotasolla oleviin maihin verrattuna. Tiedetyt infrastruktuuri-investoinnit ovat vaatineet suhteellisen runsaasti kansantalouden säästöväylyä, ja vaikka kansantalouden kasvu muihin teollistuneisiin maihin verrattuna on ollut keskimääräistä luokkaa tai ehkä keskimääräistä hieman nopeampaa ei kuitenkaan ole voitu saavuttaa pysyvää työvoiman täyskäyttöä eikä myöskään vaihtotaseen tasapainoa. Kansantalouden erityisongelmia ovat siten rakennetyöttömyys ja taipumus joutua helposti huomattavaan vaihtotaseen vajaukseen. Tällaisessa tilanteessa suunnittelun keskeiseksi ongelmaksi muodostuu se, miten käytettävissä olevat tuotantoresurssit voidaan ohjata tehokkaasti siten, että voidaan saavuttaa mahdollisimman nopea kasvu täystyöllisyyden ja vaihtotaseen riittävän tasapainon vallitessa.¹⁾

Kansantalouden kehitystä analysoitaessa voidaan

- tutkia tekijöitä, jotka määräävät kehityksenopeuden (kuvaus- ja selitysaspekti)
- tutkia mikä on kehityksen kannalta edullisin resurssien (tuotantovoimien) allokaatio (vaikutus, ohjelmointiaspekti).

Kokonaistaloudellisen ohjaussysteemin kannalta molemmat kysymykset ovat varsin keskeisiä.

Edellisessä kysymysryhmässä analyysin lähtökohtana on

1 Kansantalouden rakenteen analyysistä ks. esim. [38].
Ks. myös Chenery - Taylor [10].

tavanomaisesti aggregatiivinen kansantalouden kasvumalli.

Jälkimmäisessä ongelmaryhmässä lähtäkohtana on yleensä suhteellisen edun periaate ja sen implikaatiot. Ts. kysymys on siitä, onko kansantalouden voimavarat suunnattu oikeille toimialoille. Tämä tutkimus suuntautuu jälkimmäisen kysymysryhmän ts. optimaalisen allokation ongelmien piiriin.

Tutkimuksessa konstruoidaan empiirinen monisektorinen lineaarinen malli, jonka avulla tutkitaan optimaalisia kansantalouden tuotanto- ja ulkomaankaupparakenteita eri vaihtoehdoilla, kun optimointikriteerinä on yksityisen kulutuksen mahdollisimman suuren tason saavuttaminen tiettyjen rajoitusten vallitessa.

Mallin avulla pyritään löytämään ne toimialat, joita voidaan "suosia" siinä tapauksessa, että halutaan kohottaa kokonaiskulutuksen tasoa kansantaloudessa. Tavoitteeseen pääsemiseksi mahdollisesti käytettävissä olevista keinoista tarkastellaan ainoastaan resurssien uudelleen allokoinnin potentiaalisia mahdollisuuksia allokointiin. Sellaiset keinot, kuten teknillinen kehitys, koulutus ja muut aggregatiivisissa kasvumalleissa usein tarkastellut keinot kokonaiskasvun nopeuttajina jäävät tässä tarkastelussa taka-alalle.

Konstruoidussa mallissa on 34 kotimaista tuotantosektoria. Lähdetään siitä, että kotimainen tuotanto ja

tuonti ovat vaihtoehtoisia tapoja tyydyttää kunkin sektorin tuotteiden kysyntä. Viennin tarkoituksena on tuonnin rahoittaminen. Valinta kotimaisen tuotannon ja tuonnin välillä¹⁾ tarjonnan lähteenä tapahtuu mallissa korkeasti ottaen seuraavasti. Lähdetään liikkeelle jostakin tuotannon ja ulkomaankaupan rakenteesta siten, että jokin (tai jotkut) tuotannontekijät on täyskäytössä (lähtökohtana on siis jokin tehokas ratkaisu). Tämän jälkeen lasketaan, voidaanko annettu tavoite saavuttaa edullisemmin jotakin toista tuotanto-tuontirakennetta käyttäen, ts. onko olemassa sellaista kansantalouden rakennetta, joka lisäisi annettua tavoitetta. Mikäli tämä osoittautuu mahdolliseksi tehdään muutos tarjonnan rakenteessa. Tarjonnan rakennetta muutetaan asteittain ja aina suoritetaan uusi laskelma siitä voidaanko jollakin muulla rakenteella saavuttaa korkeampi tavoitetaso. Koko ajan tutkitaan ainoastaan tehokkaita ratkaisuja ts. ratkaisuja, joissa jonkun toimialan tuotantoa ei voi lisätä vähentämättä jonkin muun toimialan tuotantoa.²⁾ Optimiratkaisu on saavutettu silloin, kun mikään tarjonnan rakenteen muutos ei enää nosta kokonaiskulutuksen tasoa.

Mallin perusratkaisussa ei tuotannon, tuonnin ja viennin rakennemuutoksille aseteta mitään muita kuin tuotannontekijöiden määriä koskevia rajoituksia. Tämä si-

1 Tässä on itse asiassa kysymys pelkästään valinnasta kotimaisen tuotannon ja kilpailevan tuonnin kesken, kuten myöhemmin tullaan havaitsemaan.

2 Tehokkuuden käsitteestä lisää myöhemmin luvussa 2.1.

sältää olettamuksen, että työtä ja pääomaa voidaan esteettä siirtää tuotantosektorilta toiseen ja että viennin kasvulle ei ole kysyntärajoituksia. Tämä on tietenkin varsin epärealistinen tilanne, koska tuotantoon si-
dottua pääomaa ei voida kitkattomasti siirtää toiseen sektoriin, sama koskee luonnollisesti työtä. Tuotantorakenteen nopea muuttaminen puolestaan edellyttää tavallisesti maan sisäistä muuttoliikettä, mikä vaatii tiettyjä infrastruktuuri-investointeja jne. Viennin kasvulle saattaa puolestaan olla kysyntärajoituksia. Mallia voidaankin muokata "realistisemmaksi" lisärajoitusten avulla: Nähdäkseni jo perusvaihtoehto on kuitenkin mielenkiintoinen "puhtaana" vaihtoehtoislaskelmana. Oma mielenkiintoni on myös sillä, mitä portaattain lisätyt realistisuusvaatimukset aikaansaavat ratkaisun lopputulokseen nähden.

Tutkimuksen suorittamisen on tehnyt mahdolliseksi Yrjö Jahnssonin säätiön taloudellinen tuki. Professori Jouko Paunio ja osastopäällikkö Olavi Niitamo ovat arvokkaalla tavalla tukenut tämän tutkimuksen tekemistä. Varsin merkityksellistä on ollut myös se tuki, jota olen saanut osastopäällikkö Niitamon tutkimusryhmältä, jonka rahoituksesta on vastannut Valtion Yhteiskuntatieteellinen toimikunta. Useat työtovereistani ovat myös arvokkaalla tavalla myötävaikuttaneet tämän tutkimuksen valmistumiseen.

1.2. Tutkimuksen rakenne

Aluksi tutkimuksessa tarkastellaan eräitä tutkimuksen kannalta keskeisiä käsitteitä, kuten tehokkuus, optimaalisuus ja tavoitefunktio. Seuraavaksi esitetään aktiviteettianalyysin ja lineaarisen ohjelmoinnin luonnetta lyhyesti. Tämän jälkeen tarkastellaan mallin empiiristä kehikkoa, aktiviteettien muodostamistapaa ja niiden välisiä yhteyksiä, jotka muodostavat tarkasteltavan optimointitehtävän kannalta rajoittavat ehdot eli rajoitukset. Tämän jälkeen esitetään mallin ratkaisuprosessin pääpiirteet.

Seuraavassa luvussa ryhdytään tarkastelemaan mallilla suoritettuja kokeita ja niiden antamia tuloksia. Tämän jälkeen tarkastellaan lyhyesti niitä syitä, jotka voivat olla syynä mallin antamien tulosten ja toteutuneen tilan väliseen eroon. Lopuksi yritetään laatia eräänlainen kokonaisarvio mallin puutteista ja sopivuudesta allokaatiopoliittisten tarkastelujen apuvälineeksi.

Samalla osoitetaan eräitä suuntia, joihin mallin tarkastelunäkökulmaa voitaisiin laventaa ja näin ollen kenties parantaa sen käyttökelpoisuutta yhteiskuntasuunnittelun apuvälineenä. Liitteissä esitetään eräitä tuloksia ja mallin perusaineistoa.

1.3. Muista vastaavanlaisista tutkimuksista

Tälle tutkimukselle antoi huomattavia herätteitä osallistuminen kokonaistaloudellisen suunnittelun muotoja ja menetelmiä tutkineen toimikunnan työhön. Eräänlaisena tutkimusalueen pioneerityönä voidaan pitää Cheneryn ja Kretschmerin työtä,¹⁾ jossa käsiteltiin resurssien allokatio-ongelmaa etelä-Italian kehittämisiongelmien kannalta. Tämän jälkeen on vastaavaa tarkastelutapaa sovellettu useissa tutkimuksissa, joista voitaneen mainita tässä Sandeen [35] ja Mannen [27] mallit. Viime aikoina erityisesti Michael Brunon²⁾ tutkimukset Israelista ovat näyttäneet keskittyneen samoihin ongelmiin. Kokonaistaloudellisten optimointimallien uranuurtajana voidaan mainita myös erityisesti Ragnar Frisch, joka varsin monipuolisesti on pyrkinyt valottamaan tällaiseen tarkastelutapaan liittyviä ongelmia.³⁾ Em. tutkimuksilla on ollut huomattava vaikutus myös tämän tutkimukseen syntymiseen.

Tässä yhteydessä ei tarkastella näitä tutkimuksia perusteellisemmin.

1 Chenery - Kretschmer [9] ks. myös Chenery [8]

2 Bruno [6], [7]

3 Frisch [4]

1.4. Markkinamekanismi resurssien allokoijana

Erittäin pelkistetysti sanoen kansantaloustieteen teoriassa varsin paljon tarkastellussa klassillisessa täydellisen kilpailun mallissa markkinamekanismi, joka toimii täydellisen hintainformaation varassa, tuottaa tehokkaita resurssien allokaatoratkaisuja, joiden voidaan osoittaa olevan pareto-optimaalisia.¹⁾ Taloustie-

1 Täydellisen kilpailun yleisessä tasapainoteoriassa on lähdetty tavallisesti seuraavista olettamuksista joko eksplisiittisesti tai implisiittisesti:

1. Tarkastelu on joko staattinen, tiettyyn hetkeen liittyvä, tai stationäärinen, tapahtumaympäristö säilyy muuttumattomana;
2. Talousjärjestelmä muodostuu kahdesta organisaatiotyypistä: tuottajista ja kuluttajista;
3. Talousjärjestelmä tuottaa äärellisen määrän tuotteita; tuotteiden lukumäärä on muuttumaton;
4. Tuotannon, myynnin ja kulutuksen välillä ei ole viiveitä;
5. Mahdollinen tuotosjoukko on konvekssi (tämä sisältää sen, että tuotteet ja tuotannontekijät ovat täysin jaettavissa olevia (jatkuvia muuttujia), ei-lisääntyvät tuotot tuotantoskaalan suhteen, tuotannontekijöiden rajasubstituutiosuhde on ei-lisääntyvä);
6. Tuottajat maksimoivat voittonsa, kuluttajat hyötynsä; kuluttajalla on täysin määrätty hyötyfunktio;
7. Tuotos- ja kulutusjoukot sekä preferenssit eivät muutu;
8. Informaatio välittyy täydellisesti hintojen välityksellä;
9. Kokonaistuotanto ja kokonaiskulutus ovat ratkaisevia; tuottajan kannalta kaikki kuluttajat ovat tuotetta myytäessä samanarvoisia;
10. Kukin organisaatio tietää mahdollisuutensa ja preferenssinsä täydellisesti.

Vrt. Kornai [25], ss. 19 - 23.

teellisessä kirjallisuudessa on käyty varsin runsaasti keskustelua tämän mallin realistisuudesta ja soveltuvuudesta talouspoliittiseksi ohjenuoraksi.¹⁾ Kansantalouksien toiminnassa on havaittu varsin runsaasti sellaisia piirteitä, jotka sotivat täydellisen kilpailun olettamuksia vastaan, ja on voitu osoittaa useita tekijöitä, jotka voivat olla vaikuttamassa siihen, että kansantalouden resurssit eivät tule tehokkaasti hyväksi käytetyiksi. Tekijöitä, jotka voivat aiheuttaa sen, että hintamekanismi allokoii tuotantovoimia tehottomasti, saattavat tällöin olla esim. seuraavat:

- monopolistinen kilpailu
- kollektiivihyödykkeet
- jakamattomat hyödykkeet
- ulkoiset haitta- ja hyötyvaikutukset
- informaation puutteellinen kulku
- tietämättömyys tulevaisuudennäkymistä
- keynesiläisen teorian esille tuomat probleemat
 - säästämis- ja investointipäätösten yhteensopimattomuus
 - likviditeettikuilut
 - palkkamuu- tosten jäykkyys alaspäin.

Lisäksi voidaan mainita mm. sellaisia kirjallisuudessa käsiteltyjä syitä kuten liikkeenjohdon jälkeenjääneisyys, erilaiset muutosjäykkyydet, hintadiskriminoinnit,

1 Eräs esimerkki viimeaikaisesta hintamekanismia koske-
neesta kirjallisuudesta F.H. Hahn: 17

verotustukipalkkiojärjestelmät, säännöstely.

Edellä luetellut tekijät voidaan mainita syinä, jotka markkinamekanismin välitessa voivat johtaa kansantalouden tuotantovoimien tehottomaan käyttöön. Näiden tekijöiden merkitykseen tässä tarkasteltavan mallin kannalta palataan myöhemmin luvussa 5, jossa tarkastellaan eräitä mallin testausmahdollisuuksia ja selvityksiä mallin antamien tulosten ja havaittujen tulosten välillä.

Edelleen voidaan osoittaa kilpailujärjestelmän merkittäväksi puutteeksi se, että tehokkaisiin allokaatiotratkaisuihin saattaa liittyä varsin epätasainen tulonjako.

Itse asiassa käsitykset yhteiskunnan toivottavasta tilasta voivat poiketa varsin paljon siitä, mihin täydellisesti toimivalla markkinamekanismilla päädyttäisiin. Täydellisen kilpailun tasapainoonhan liittyy ns. pareto-optimaalinen tilanne (tästä enemmän 2.2.), mutta tämä voi olla ristiriidassa yhteiskunnan muiden tavoitteiden kanssa.

Periaatteessa äärettömän monien tehokkaiden allokaatio-tilanteiden joukosta (ks. kohta 2.1.) tulisi löytää sellainen tai sellaisia, jotka ovat yhteiskunnan tavoitteiden kannalta toivottavia. Sen vuoksi tarkastelua ei rajata pelkästään tehokkuuden piiriin vaan joudutaan tekemään olettamuksia kansantalouden hyvinvointipäämääristä (kansantalouden hyvinvointifunktiosta).

2. Ensimmäisen tutkimuksen kannalta keskeisiä käsitteitä

2.1. Tehokkuuden käsitteestä

Seuraavassa tarkastelussa tehokkuuskäsitteellä on varsin keskeinen asema, joten on syytä käsitellä tämän käsitteen sisältöä. Mikäli tarkastellaan mallia, jossa on käytettävissä ainoastaan yksi tuotantoa kuvaava muuttuja, tehokkuus merkitsee yksinkertaisesti suurinta mahdollista tuotosta käytettävissä olevilla resursseilla.¹⁾ Jos tuotantoa merkitään X :llä ja tuotantovoimien määrää R :llä niin tällöin tehokkuus edellyttää seuraavan ongelman ratkaisemista:

maksimoi X ,

kun R on annettu.

Mikäli tarkasteltavassa mallissa on useampia tuotantoa kuvaavia muuttujia voidaan tuotanto esittää vektorina $X = (X_1, X_2, \dots, X_n)$. Tuotantovoimat on saatettu esittää myös vektorina $R = (R_1, R_2, \dots, R_m)$. Tällöin tehokkuus määritellään seuraavasti.

Tuotannon voidaan sanoa lisääntyneen, jos jonkin hyödykkeen X_i tuotantoa on voitu lisätä, vähentämättä muiden hyödykkeiden tuotantoa.

Tuotanto on maksimissaan silloin, kun ei voida lisätä jonkin hyödykkeen tuotantoa samalla vähentämättä muiden hyödykkeiden tuotantoa. Mikäli tuotanto on tässä mielessä maksimissaan, sanotaan tuotannon olevan tehokasta.²⁾ Tässä on edellytetty, että tuotantovoimien

¹ Seuraavassa tarkastelussa edellytetään, että tuotos on yksikäsitteisesti mitattavissa. Mikäli tuotoksen mittaaminen on problemaattinen, kuten esimerkiksi julkisissa palveluksissa, ei nyt esitettävä tehokkuusmäärittely ole kovinkaan käyttökelpoinen eikä sellaisenaan sovellettavissa.

² Vrt. esim. Koopmans [23], s. 60 .

määrät ovat annettuja.

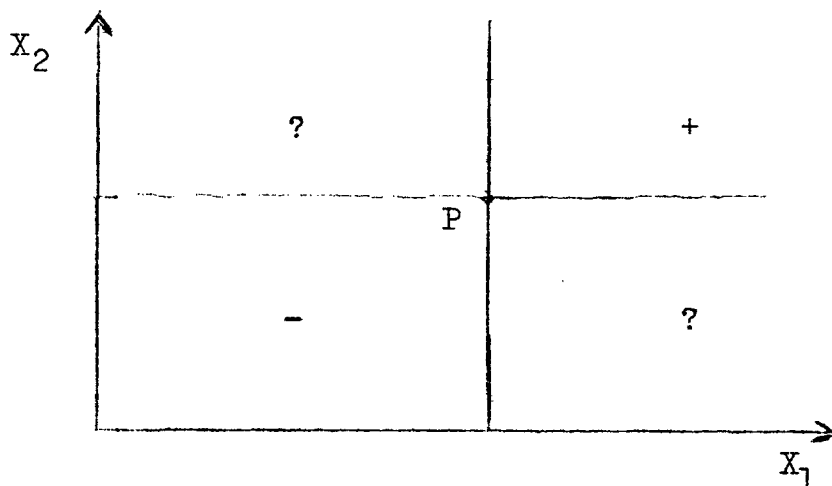
Näin määriteltynä tehokkaan tuotannon ongelma voidaan esittää seuraavana ohjelmointiprobleemana:

maksimoi X_i ,

kun $X_1, X_2, \dots, X_{i-1}, X_{i+1}, \dots, X_n$ ja R ovat annettuja.

Varioimalla tässä annettujen muiden hyödykkeiden kuin X_i :n määriä voidaan generoida ns. tuotantomahdollisuuksien käyrä. Tarkastellaan tilannetta kuvioiden avulla. Kuviossa 1 tarkastellaan kahta hyödykettä X_1 ja X_2 . Oletetaan tuotannon vapahtuvan pisteessä P . Piirtämällä tämän pisteen kautta kohtisuorat koordinaati-akseleille jakaantuu positiivinen neljännes kuviossa neljään osaan. Alueella, joka on merkitty +merkillä tuotanto on määritelmän mukaan lisääntynyt pisteeseen P nähden. Alueella, joka on merkitty -merkillä tuotanto puolestaan on vähentynyt pisteeseen P nähden. Kysymysmerkeillä merkityistä alueista määritelmät eivät kerro onko tuotanto lisääntynyt vai ei. Mikäli annetuilla resursseilla tuotantopistettä P on mahdollista siirtää jonnekin muualle +merkillä merkitylle alueelle, voidaan todeta, että piste P ei ole määritelmän mukaan tehokas tuotantopiste.

kuvio 1

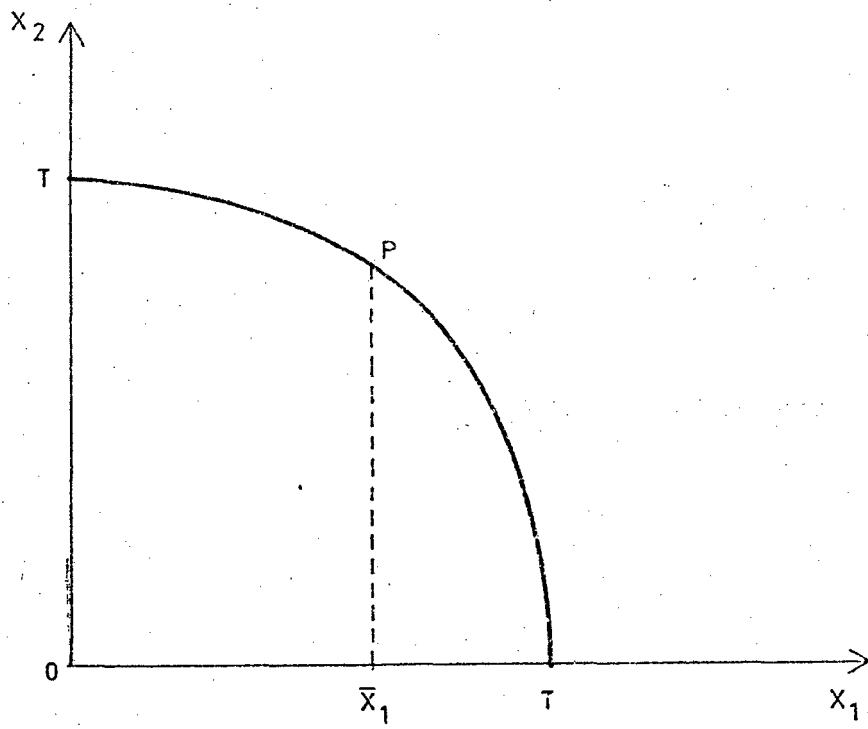


Kuviossa 2 ja 3 tarkastellaan tuotantomahdollisuuksien käyrän johtamista. Koordinaatti-akseleille mitataan jälleen hyödykkeiden X_1 ja X_2 tuotantomääriä. Tuotantomahdollisuuksien käyrä TT voidaan ajatella syntyneeksi seuraavasti. Oletetaan että tuotantovoimien määrä R on annettu ja tuotteen X_1 määrä on annettu (esimerkiksi $X_1 = \bar{X}_1$). Tehtävänä on määrätä suurin mahdollinen X_2 :n tuotantomäärä. Ongelman ratkaiseminen antaa pisteen P käyrällä TT. Vaihtelemalla X_1 :n annettua määrää saadaan syntymään koko käyrä TT.

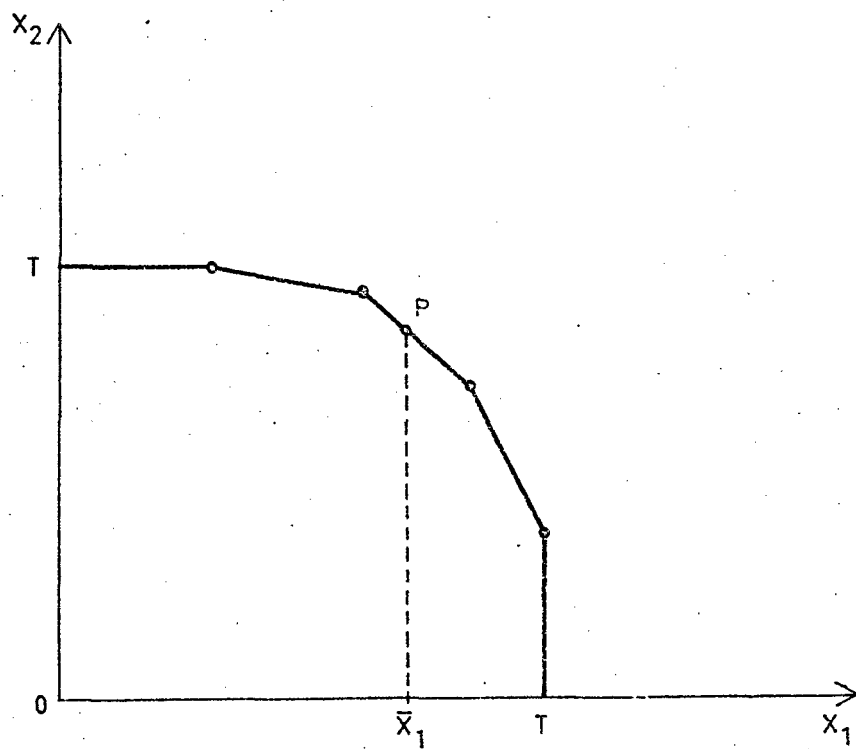
Määritelmän mukaan tehokkaat tuotantopisteet sijaitsevat käyrällä TT, tämän käyrän alapuolella olevat pisteet ovat puolestaan ei-tehokkaita tuotantovoimien allokaatiopisteitä.

Tuotantomahdollisuuksien käyrälle piirretty tangentti (X_2 :n derivaatta X_1 :n suhteen annetussa pisteessä) määrittelee X_1 :n ja X_2 :n välisen tuotannon rajatransformaationsuhteen tuotannon ollessa tehokasta. Se osoittaa kuinka monesta yksiköstä X_2 :ta on luovuttava, kun X_1 :n määrää lisätään (tai päinvastoin). Kuviossa 2 on esitetty ns. klassinen tapaus, jossa rajatransformaatio suhde jatkuvasti vähenee X_1 :n määrää lisättäessä. Kuviossa 3 havainnollistetaan ns. lineaarista teknologiaa, jossa rajatransformaatio suhde muuttuu epäjatkuvasti hyppäyksittäin määrätyn välein ja on muutoin näillä väleillä vakio. Myös kuviossa 3 rajatransformaatio suhde kasvaa X_1 : kasvaessa, mutta kasvu on hyppäyksittäistä, kuten todettiin. Tässä tutkimuksessa konstruotavassa mallissa tuotantomahdollisuuksien käyrä TT on kuviossa 3 esitetyn kaltainen.

Kuvio 2.



Kuvio 3



2.2. Optimaalisuuden käsitteestä

Yleismerkityksessään optimiksi voidaan sanoa mitä tahansa tilannetta, jossa tietyn mallin E asettamien rajoitusten puitteissa jokin tavoiteltava muuttuja T saa suurimman tai pienimmän arvonsa (se onko kysymyksessä maksimointi tai minimointi riippuu luonnollisesti tarkasteltavan ongelman luonteesta). Näin yleisessä mielessä tarkasteltuna edellä esitetty tehokkaiden tuotokombinaatioiden etsiminen on optimointia ja tehokas tuotantopiste optimipiste. Tällöin kuitenkin tarkastelu on rajattu puhtaasti teknologisen optimin löytämiseen. Kun tilannetta tarkastellaan inhimillisen päätöksenteon kannalta, niin tietty teknologinen optimi ei välttämättä ole päätöksentekijöiden preferenssien kannalta optimaalinen. Seuraavassa keskustelussa käytänkin termiä tehokkuus vastaamaan teknologista optimia. Sen sijaan varsinaisesta optimista puhutaan silloin, kun tarkastelun kohteena ovat joko yksilön tai yhteisön päämäärät ja näiden päämäärien suhteen suoritettava optimointi.

Edellä käytettyä esimerkkitapausta hyväksi käyttäen voitaneen myös valaista optimaalisuuden käsitettä. Mikäli tarkasteltavana olevassa tuotantosysteemissä on vain yksi tuotantoa kuvaava muuttuja X ja yksi resursseja kuvaava muuttuja R voidaan optimointiongelma esittää seuraavasti:

maksimoi $f(X)$

kun R on annettu.

Tässä $f(X)$ kuvaa päätöksentekijän preferenssejä X :n suh-

teen. Mikäli preferenssit ovat sellaisia, että enemmän X:ää on parempi päätöksentekijälle kuin vähemmän X:ää eikä kylläntymispistettä ole johtavat tässä tapauksessa tehokkuustarkastelu ja optimointitarkastelu samaan tulokseen.

Mikäli systeemi on sellainen, että tuotteita on useampia, on muodostettava päätöksentekijän preferenssifunktio

$$F(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

ja maksimoidaan (tai minimoidaan) tämä annetun teknologian ja annettujen resurssien vallitessa.

Tässä tapauksessa myös määrätyn edellytyksin optimipiste on myös tehokas. Näin ei välttämättä aina ole.

suunnilleen toisen maailmansodan jälkeen syntyi ns. uusi hyvinvoinnin kansantaloustiede, jonka uraa uurtavana artikkelina voidaan pitää Abram Bergsonin työtä

[5].

Uuden hyvinvoinnin kansantaloustieteen keskeiseksi lauseeksi muodostui ns. Pareto-optimin käsite. Pareto-optimin periaate on hieman yksinkertaistettuna seuraava: Taloudellinen tilanne (resurssien allokointitilanne) on Pareto-optimaalinen, jos ei ole mahdollista saattaa jotakin taloussubjektia parempaan asemaan samanaikaisesti huonontamatta jonkin toisen taloussubjektin asemaa.¹⁾

Jos jossakin yhteisössä kaikki yhteisön jäsenet pitävät jotakin tilaa X' parempana kuin jotakin toista

¹ Täsmällisemmin Pareto-optimin määrittely voidaan löytää esimerkiksi Henderson-Quandtista [19]. Varsin helppotajuinen geometrinen esitys on Batorilla [3]. ks. myös Quirk-Saposnik [30].

tilaa X'' niin on kysymys Pareto-järjestyksestä. Jos R merkitsee relaatiota "ainakin yhtä hyvä Pareto-järjestyksen mielessä" P relaatiota "parempi kuin Pareto-järjestyksen mielessä" ja I relaatiota "indifferentti Pareto-järjestyksen mielessä", niin Pareto-järjestys voidaan esittää seuraavasti:

Jos on annettuna kaksi yhteiskunnan tilaa X' ja X'' , jotka kuuluvat yhteiskunnan tilajoukkoon S , silloin $X' R X''$, jos $X' R_j X''$ ($j = 1, 2, \dots, m$ viittaa yksilöön yhteiskunnassa). Tilaa X' pidetään siis yhteiskunnassa vähintään yhtä hyvänä kuin tilaa X'' Pareto-optimin mielessä, jos kukin yhteiskunnan jäsen pitää X' :a vähintään yhtä hyvänä kuin X'' :a.

Vastaavalla tavalla voidaan määritellä "parempi kuin" ja "indifferentti" tila Pareton mielessä.

Niinpä Pareto-optimaalinen tila voidaankin määritellä seuraavasti:

Tila $X' \in S$ on Pareto-optimaalinen tila S :ssä, jos ei ole olemassa tilaa $X \in S$ siten, että $X P X'$. Ts. tila X' on Pareto-optimaalinen yhteiskunnan tilajoukossa S , jos ei ole olemassa tilaa, joka olisi parempi kuin tämä tila Pareton mielessä.

Voidaan osoittaa, että tiettyjen olettamusten vallitessa jokainen täydellisen kilpailun tasapainotilanne on Pareto-optimaalinen. Toisaalta eräiden lisäehtojen vallitessa Pareto-optimaaliseen tilaan liittyy täydellisen kilpailun tasapainotila.¹⁾ Pareto-optimaalisuus ei kuitenkaan aina välttämättä edellytä täydellistä kilpailua. Esimerkin tilanteesta, jossa monopolistinen kilpailu johtaa Pareto-optimaaliseen tilaan on antanut Hurwicz.²⁾

Pareto-optimaalisuudesta kansantalouden "todellisena optimina" on paljon keskusteltu ja ehkä jossakin määrin myös kiistelty aihe. Lienee kuitenkin selvää, että Pareto-optimi on vain sangen rajoitetussa mielessä optimi. Kenties vakavin huomautus Pareto-optimaalisuutta vastaan on se, että kansantalous voi saavuttaa Pareto-optimaalisen tilan mielivaltaisella tulojen ja varallisuuden jakautumalla. Varsin monet ovat sitä mieltä, että tulojen ja varallisuuden jakautuma olisi otettava huomioon kansantalouden optimitilannetta määriteltäessä. Käytännön politiikasta voimme vetää sen johtopäätöksen, että puhuttaessa kansantalouden "hyvästä" tilasta, se sisällyttää "oikeudenmukaisen tulonjaon".

Kaikki ihmisen toiminta ja käyttäytyminen voidaan tulkita tavoitteelliseksi. Näin tulkittuna tavoitteellisuus

1 Alkuperäisen todistuksen tähän on antanut Arrow [1], ss. 507-532. Hyvä katsaus näistä teoreemoista on teoksessa Quirk-Sapcarnik [30], ss. 124 - 147.

2 Hurwicz [21].

on erottamattoman osa tarkasteltaessa erilaisia ihmisten tai ihmisyyhteisöjen käyttäytymismalleja.

Tästä tavoitteellisuuden toteamisesta päädytään optimaalisuuden käsitteeseen: kun haetaan parasta menettelyä, jolla päädytään johonkin tiettyyn tavoitteeseen, on kysymys optimaalisen, parhaan mahdollisen menettelytavan löytämisestä. Itse menettelyä voidaan kutsua optimoinniksi. Itse asiassa klassillisen kansantaloustieteen perusteoriat, tuottajien ja kuluttajien teoriat, perustuvat optimointinäkökulmaan. Näissä teorioissa tuottajien ja kuluttajien käyttäytyminen tulkitaan tiettyjen tavoitteiden suhteen optimoivaksi käyttäytymiseksi.¹⁾

Esimerkiksi kuluttajan valintateoria on voitu perustaa ainoastaan postuloimalla kuluttajan preferenssit ordinaalisen asteikon mukaisesti ja spesifioimatta kuluttajan hyötyfunktion muotoa kovinkaan tarkasti.²⁾ Tuottajia koskevat teoriat perustuvat pääosiltaan voiton maksimoinnin hypoteesille ja tämän mukaan muodostetaan tuottajan tavoitefunktio.

Yksilöitä koskevissa taloudellisissa teorioissa määrätään yksilön kannalta optimaalitalanteen toteuttamiselle edellytyksenä olevat ehdot. Tarkastelu on periaatteessa yksinkertainen, koska yksilön tavoitefunktio on suhteellisen helposti spesifioitavissa.

¹ Samuelson toteaa [33]: "It so happens that in a wide number of economic problems it is admissible and even mandatory to regard our equilibrium equations as maximizing (minimizing) conditions."

² Hicks ja Allen [20] ja Slutsky [36].

Kun tarkastelu siirretään koskemaan koko yhteiskunnan kannalta optimaalisten tilojen ehtoja, on tilanne huomattavasti ongelmallisempi.

Otettaessa tarkastelun kohteeksi ryhmät ja koko kansantalous syntyy optimointiteoreettiselta näkökannalta eräitä varsin hyvin tunnettuja vaikeuksia. Ryhmän tai kansantalouden tavoitteita on huomattavasti vaikeampi täsmentää yksinkertaiseen muotoon kuin yksittäisten taloudenpitäjien tavoitteita. Lisäksi on osoitettu, että tietyillä varsin luontevilla edellytyksillä kansantalouden tavoitteita ei voida ristiriidattomasti johtaa yksilöiden preferensseistä lähtemällä.¹⁾

Klassisessa kansantaloustieteessä on varsin paljon kiinnitetty huomiota siihen edellä kuvattuun teoreemaan, jonka mukaan yksilöt, joiden preferenssifunktiot ovat yhteiskunnan muiden jäsenten valinnoista riippumattomia, toimiessaan täydellisen kilpailun olosuhteissa ajautuvat tilaan, jota voidaan sanoa Pareto-optimaaliseksi. Tästä on usein käytännön politiikkaan tehty johtopäätös, että kansantalous toimii parhaalla mahdollisella tavalla silloin, kun yksilöillä on mahdollisuus mahdollisimman vapaasti toimia ja toteuttaa preferenssejään.

Voidaan kuitenkin varsin perustellusti väittää, että yksilöiden preferenssifunktiot eivät ole täysin toisistaan (toisten yksilöiden valinnoista) riippumattomia. Eräiden henkilöiden preferensseihin voi vaikuttaa voimakkaasti

↑ Arrow [2] .

suhteellinen asema muihin yksilöihin verrattuna ja voidaan olettaa, että eräät yksilöt ylipäättänsä ottavat huomioon tai heidän hyvinvointiinsa vaikuttaa esimerkiksi se millainen tulojen ja varallisuuden jakautuma yhteiskunnassa vallitsee. Lisäksi yhteiskunta on ottanut eräitä tehtäviä kokonaan huolehtiakseen, mikä voidaan tulkita siten, että yhteiskunnan kokonaistila tietyillä alueilla vaikuttaa yksilöiden päätöksentekoon ja hyvinvointiin. Neoklassista ajattelua voidaan arvo-
vostella varsin voimakkaasti siksi, että

- 1) sen edellyttämä täydellisen kilpailun olosuhteet eivät vastaa todellisuutta
- 2) yksilöiden preferenssifunktiot ovat virheellisesti tai puutteellisesti spesifioituja. Yhteiskunnallisia tarpeita, siis sellaisia tarpeita, jotka syntyvät yksilöiden välisistä suhteista (systemiteorian kielellä: elementtien välisistä suhteista) ei ole oikein tai ei ole lainkaan otettu huomioon.

Voidaankin esittää väite, että kysymyksen varsin monimutkaisesta luonteesta voidaan sanoa, että yhteiskunnalliset ja kokonaistaloudelliset tarpeet ovat objektiivisesti olemassa olevia tarpeita, ne vaikuttavat päätöksentekoon ja niitä on mahdollista mitata ja ennustaa.¹⁾ Tämä näkemys on omaksuttu tässä tutkimuksessa. Mikäli tämä lähtökohta kielletään se merkitsee sitä, että kielletään mahdollisuus kontrolloida kansantalouden toimin-

¹ Smirnov [37].

taa. Ei ole mitään järkeä kontrolloida, ellei tämä kontrolli ole johdettavissa joistakin tarpeista ja tavoitteista. Kontrolli on mielekästä vain määrätystä, tarkoituksellisesta lähtökohdasta.

Voidaan kuitenkin toistaa se varsin usein esitetty toteamus, että tällä hetkellä ei ole olemassa teoriaa, jonka mukaan voitaisiin konstruoida yksikäsitteinen ja yksinkertaisessa muodossa oleva kokonaistaloudellinen tavoitefunktio kansantaloudelle. Todennäköisesti tällaisen funktion kehittäminen on erittäin vaikea ellei peräti mahdoton tehtävä. Kokonaistaloudellisen tavoitefunktion problematiikkaa empiirisellä tasolla ovat käsitelleet mm. Tinbergen, Theil ja Frisch.¹⁾ Näistä erityisesti Frisch on kokeillut useita metodisia lähestymistapoja.

Tämän tutkimuksen lähtökohdaksi on tavoitefunktion muodostamisessa otettu se, että tässä vaiheessa ei ole tarkoituksenmukaista pyrkiä esittämään sellaista tavoitefunktiota kokonaistaloudellisten optimointitarkastelujen pohjaksi, josta voitaisiin väittää, että se jollakin tavalla hyvin ja kokonaisvaltaisesti ottaisi huomioon kokonaistaloudelliset tavoitteet. Koska "oikeata" tavoitefunktiota ei tunneta, ei myöskään voi edellyttää, että voitaisiin nyt konstruoida sellainen kokonaistaloudellinen malli, joka antaisi tulokseksi kansantalouden todellisen optimin. Sen sijaan kokonaistaloudellinen

¹⁾ Ks. esim. Tinbergen [41], Theil [40] ja Frisch [13].

optimointimalli ja optimointitarkastelu on katsottava vain erääksi apukeinoksi pyrittäessä parantamaan päätöksentekoa kokonaistaloudellisella tasolla.

Sen sijaan tässä tutkimuksessa on pyritty valitsemaan tavoitteeksi sellainen kokonaistaloudellinen muuttuja, jota keskipitkällä tähtäimellä (mallin kattamalla periodilla) voidaan pitää kokonaistaloudellisesti keskeisenä. Kun näin asetettu tavoitemuuttujan arvo pyritään optimoimaan kansantalouden rakennetta kuvaavien rajoitusten puitteissa, voidaan olettaa, että saadaan sellaisia "suboptimaalisia" tuloksia, jotka ovat kokonaistaloudellisen päätöksenteon kannalta merkityksellisiä ja tuottavat jotakin hyödyllistä informaatiota kansantaloudesta, jota mahdollisesti voidaan käyttää avuksi kokonaistaloudellisessa suunnittelussa ja päätöksenteossa. Edellyttäen luonnollisesti, että rajoitukset on voitu konstruoida riittävän realistisesti.

Olen lähtenyt siitä, että kulutus ja sen kasvu on kansantalouden keskipitkän ajan suunnittelun kannalta keskeinen tavoitemuuttuja (ei suinkaan välttämättä tärkein eikä missään tapauksessa ainoa). Lähtökohtana on myös se, että eri toimialojen suhteellinen kilpailukyky on erilainen avoimessa taloudessa. Resurssien toimialoitaisella reallokoinnilla eli siis kansantalouden rakennemuutoksella voidaan edesauttaa em. tavoitteeseen pääsemistä. Pyrkimyksenä on ollut kehittää malli, jonka avulla voitaisiin tarkastella asetetun tavoitteen kan-

nalta eri toimialojen suhteellista edullisuutta. Mikäli näin saadaan relevanttia informaatiota se voi siis edesauttaa rakennepoliittisten toimenpiteiden suunnittelua. Vaikka siis mallin rajoitukset olisivatkin "oikein" muodostettuja ts. kuvaisivat realistisesti kansantalouden toimintamahdollisuuksia ei mallin antamia tuloksia missään tapauksessa voida tulkita todellisina optimituloksina jo siitä yksinkertaisesta syystä johtuen, että tällaista todellista optimia johtavaa tavoitefunktiota ei ole kyetty edes määrittämään. Sen sijaan tulokset voidaan tulkita ikäänkuin ehdollisina optimituloksina siten, että jos katsotaan että asetettu tavoite on kokonaistaloudellisen tavoitteenasettelun kannalta keskeinen niin silloin (ehdolla että rajoitukset ovat edelleen "oikeita") malli osoittaa mitä olisi tehtävä, jotta tähän nimenomaiseen tavoitteeseen päästäisiin. Luonnollisesti tulkintaa rajoittaa edelleen se, että rajoituksia ei ole voitu määrätä "oikein" em. mielessä. Tähän ongelmaan palataan kuitenkin myöhemmin.

Tarkastellaan nyt hieman tarkemmin malliin valitun tavoitefunktion taustaa.

Lähdettäessä siitä, että nykyisin kokonaistaloudellisessa talouspolitiikassa tarkastellaan erikseen yhteiskunnallisten tarpeiden sekä yksilöiden tarpeiden toteutumista sekä tarpeiden tyydyttämismahdollisuuksien jakautumista väestön kesken, voitaisiin postuloida, että yhteiskunnan hyvinvointifunktioon sisältyvät seuraavat

elementit

$$U = U(C, G, D), \text{ jossa}$$

U on yhteiskunnan kokonaishyvintointi

C yksityisten tarpeiden tyydytysaste, jonka operationaalisena vastineena voisi olla yksityiset kulutusmenot
 G yhteiskunnan tarpeiden tyydytysaste, jonka operationaalisena vastineena voisi olla julkiset kulutusmenot
sekä

D joka kuvaa tarpeiden tyydytysasteen jakautumista yksilöiden kesken.

Tässä tutkimuksessa edellä esitettyä preferenssifunktiona on tässä tutkimuksessa operationaalisesti sovellettu siten, että konstruoidussa mallissa halutaan maksimoida C , kun G on eksogeenisesti annettu ja D :tä ei tarkastella lainkaan eksplisiittisesti.

2.3. Ulkomaankauppa ja tehokkuus

Tässä tutkimuksessa keskeisenä tarkastelun kohteena on ulkomaankaupan rooli tuotantoresurssien tehokasta allokaatiota tutkittaessa. Tarkasteltavassa mallissa kotimaisen tuotannon ja vastaavan tuonnin suhteellisen edullisuuden tarkastelu on varsin keskeisessä asemassa. Sen vuoksi seuraavassa tarkastellaan teoreettisesti ulkomaankaupan vaikutusta tuotantovoimien allokaatioon sekä kansantalouden hyvinvointiin. Tarkastelutapa on varsin tavanomainen geometrinen analyysi.¹⁾

Asian olennaisten piirteiden selvittämiseksi riittää seuraavassa se, että oletetaan ulkomaankaupan vaihtosuhte, vallitseva teknologia ja kansantalouden preferenssit muuttumattomiksi ja keskitytään tarkastelemaan pelkästään ulkomaankaupan vaikutusta resurssien allokaatioon ja kansantalouden hyvinvointiin verrattuna tilanteeseen, jossa ulkomaankauppaa ei tapahdu.

Mainituilla ehdoilla tapahtuvan analyysin lopputulos voidaan tiivistää seuraavasti:

Mikäli ulkomaankauppaa käydään annetuilla hinnoilla on tehokkaan tuotannon edellytyksenä se, että tuotanto tapahtuu pisteessä, jossa rajatransformaatiosuhde minkä tahansa kahden tuotteen välillä tuotannossa on yhtä suuri kuin rajatransformaatiosuhde ulkomaankaupassa, mikä

1 Tarkastelutavasta lähemmin esim. H.G. Johnson [22] tai Bent Hansen [18].

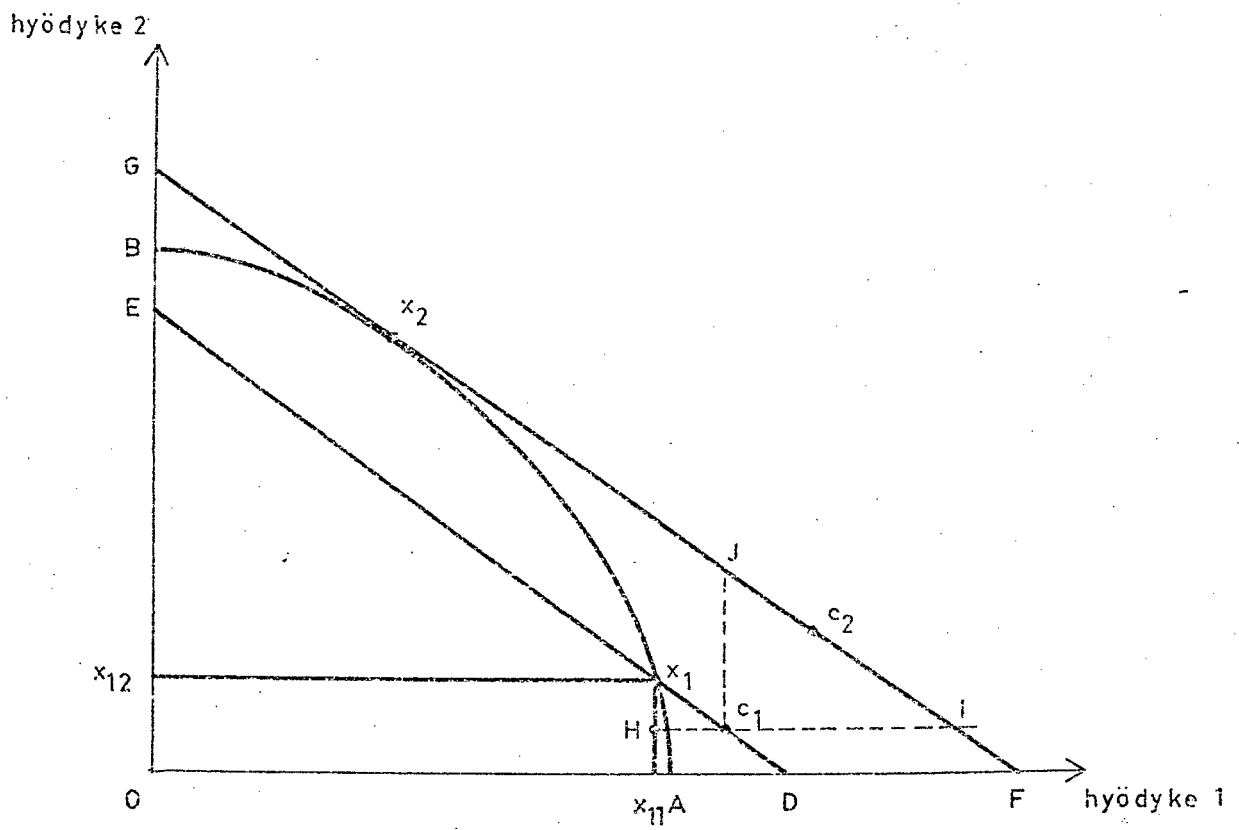
puolestaan on yhtä suuri kuin vertailtavien hyödykkeiden maailmanmarkkinahintojen suhde.

Tätä ehtoa voidaan havainnollistaa oheisen kuvion 4 avulla. Siinä koordinaatistossa esitetään kahden tuotteen määriä ja käyrä AB esittää kansantalouden tuotantomahdollisuuksien käyrää näiden tuotteiden osalta.

Pisteessä x_1 kansantalous tuottaa tuotetta 1 määrän x_{11} ja tuotetta 2 määrän x_{12} . Suoran ED kulmakerroin määräytyy hyödykkeiden maailmanmarkkinahintasuhteen perusteella (kulmakertoimen arvo on hyödykkeen 2 hinnan suhde hyödykkeen 1 hintaan). Kansantalous voi kuluttaa kuitenkin hyödykekombinaation c_1 viemällä maasta hyödykettä 2 määrän x_{1H} ja vaihtamalla tämän määrän annetulla maailmanmarkkinahintasuhteella määrään Hc_1 hyödykettä 2. Piste x_1 on kuitenkin tehoton, sillä siirtymällä pistettä B kohti tuotantomahdollisuuksien käyrällä voidaan ulkomaankauppaa käymällä lisätä kummankin hyödykkeen käytettävissä olevaa määrää samalla kun kotimaisessa tuotannossa siirretään resursseja hyödykkeen 1 tuotannosta hyödykkeen 2 tuottamiseen (vähennetään hyödykkeen 1 tuotantoa ja lisätään hyödykkeen 2 tuotantoa).

Resurssien uudelleen allokointia (tuotantorakenteen muuttamista) kannattaa jatkaa aina pisteeseen x_2 saakka, jolloin voidaan ulkomaankaupan välityksellä saada käyttöön janalla JI olevat hyödykekombinaatiot, jolla kumpaakin hyödykettä on käytettävissä vähintään yhtä paljon kuin lähtöpisteessä c_1 . Kansantalouden preferenssifunktiosta

Kuvio 4



riippuen muutkin pisteet "vaihtosuoralla" GF voivat olla parempia kuin piste c_1 (siis sellaiset kombinaatiot, joissa jompaa kumpaa hyödykettä on vähemmän käytettävissä kuin lähtökohtatilanteessa. Kolmio c_1IJ osoittaa kuitenkin alueen, joka on ainakin yhtä hyvä kuin lähtökohtatilanne).

Pisteessä x_2 hyödykkeiden tuotannon rajatransformaatio-suhde on yhtä suuri kuin hyödykkeiden maailmanmarkkinahintojen suhde eli ulkomaankaupan rajatransformaatio-suhde.

Kansantalous saattaa tosiasiallisesti tuottaa pisteessä x_1 sijaitsevan kombinaation huolimatta siitä, että kukin tuottaja suorittaa tuotantonsa tehokkaasti ts. kunkin tuottajan rajatransformaatio-suhde hyödykkeiden 1 ja 2 tuotannossa on yhtä suuri kuin hyödykkeiden kotimainen hintasuhde. Tämä tapahtuu tilanteessa, jossa kotimainen hintasuhde poikkeaa maailmanmarkkinoilla vallitsevasta hintasuhteesta. Tällaisen eron saattaa aiheuttaa hyödykkeiden erilainen tulliprosentti tai tukipalkkiojärjestelmä.

Koko kansantalouden kannalta tilanne ei kuitenkaan ole tehokas. Kohdentamalla käytettävissä olevat resurssit toisella tavalla voitaisiin käytettävissä olevaa hyödykemäärää lisätä. Tämä on (luonnollisesti) allokaatiopoliittisten ajattelutavan perusteeksi.

Pisteeseen x_2 voidaan päätyä siten, että maksimoidaan maailmanmarkkinahinnoin painotettu kokonaistuotannon

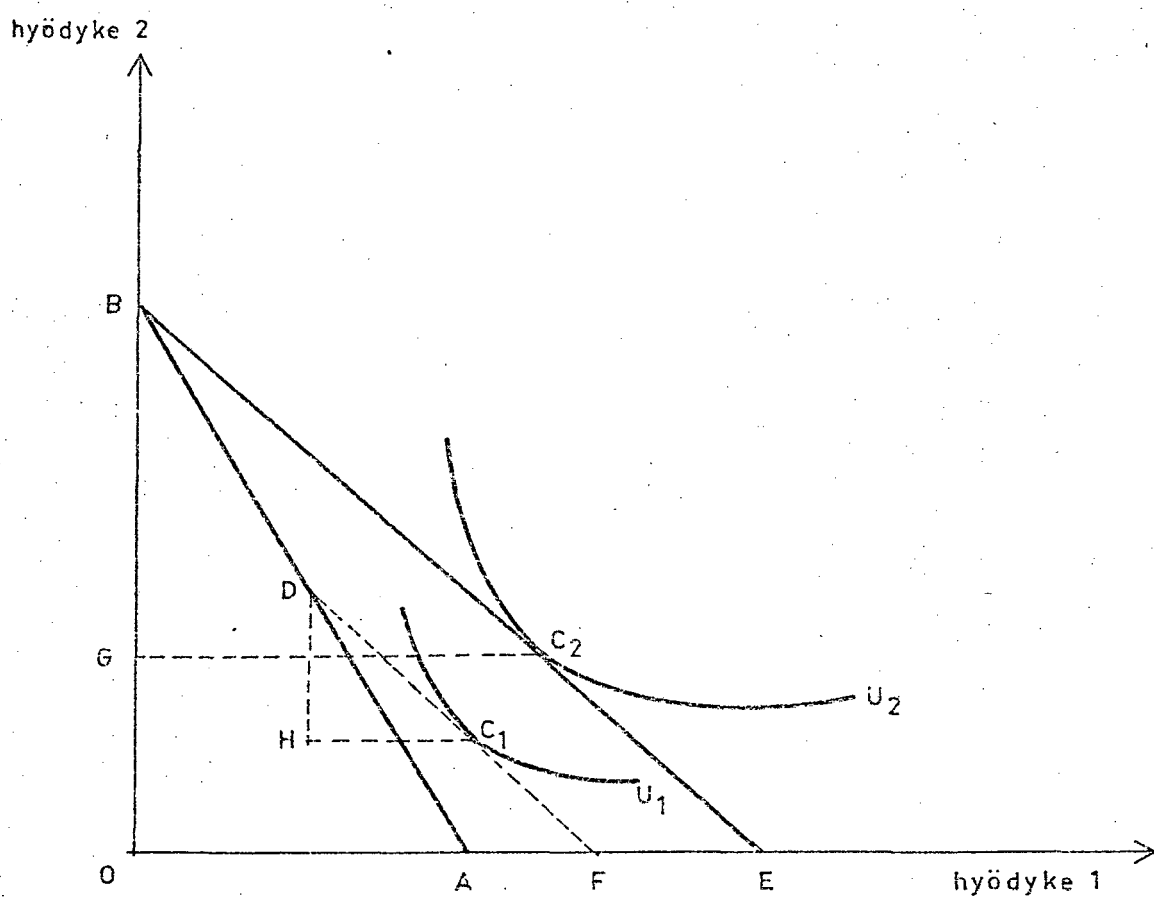
arvo tuotannontekijöiden määrän ja tuotantoteknologian ollessa annettuja.

Edellä esitetyllä tehokkuustarkastelulla on yhtymäkohtia yksinkertaisimpaan suhteellisen edun periaatteen argumenttiin kansainvälisen kaupan edistäjänä. Klassillisessa suhteellisen edun tarkastelussa kansantalouden tuotannon transformaatio käyrä on suora. Tätä tilannetta valaisee kuvio 5. Siinä suora AB on transformaatio-suora. Maailmanmarkkinahintojen suhdetta kuvaa suora BE. Tässä tilanteessa maan kannattaa erikoistua kokonaan hyödykkeen 2 tuottamiseen ja vaihtaa annetulla hintasuhteella määrä BG hyödykettä 2 määrään GC_2 hyödykettä 1. Mikäli käytettävissä on yhteiskunnan hyvinvointifunktio, niin pisteessä C_2 , jossa tämän hyvinvointifunktio sivuaa ulkomaankaupan rajatransformaatio-suoraa BE, on saavutettu yhteiskunnan kannalta optimaalinen tilanne.

Resurssien ei-tehokkaan allokaation vuoksi yhteiskunta saattaa kuitenkin tuottaa vain pisteen D osoittaman hyödykekombinaation ja käyttää pisteen C_1 osoittaman hyödykekombinaation.

Allokoimalla resurssit uudelleen pelkästään hyödykkeen 2 tuottamiseen, voidaan käytettävissä olevia hyödykemääriä lisätä.

Kuvio 5



2.4. Aktiviteettianalyysi ja lineaarinen ohjelmointi

Koska tässä tutkimuksessa konstruoitua mallia voidaan kutsua aktiviteettianalyysimalliksi, jonka ratkaisemiseksi käytetään hyväksi lineaarisen ohjelmoinnin tekniikkaa on katsottu tarkoituksenmukaiseksi lyhyesti selvittää mitä tässä tutkimuksessa näillä käsitteillä tarkoitetaan.

Termi aktiviteettianalyysi on peräisin Koopmansin es-
seestä Analysis of production as an efficient combination
of activities. Tässä analyysissään Koopmans menee ta-
vallaan "sisälle" klassilliseen tuotantofunktioanalyy-
siin ja tarkastelee tuotantofunktion määrittelemää ar-
vojoukkoa tiettyjen perustoimintojen, aktiviteettien,
tehokkaana kombinaationa. Aktiviteettien tehokas kombi-
naatio määrittelee pisteen tuotantofunktiolla tai vaih-
toehtoisesti transformaatiofunktiolla traditionaalises-
sa mielessä. Koopmans toteaa itse, että termin funktio
käyttäminen ei kenties ole kaikkein onnistunein tässä
yhteydessä vaan mieluummin voitaisiin puhua "tehokkaas-
ta pistejoukosta hyödykeavaruudessa".¹⁾

Klassillinen tuotannon analysointitapa otti lähtökoh-
dakseen ns. tuotantofunktion käsitteen. Esimerkiksi tuo-
tantofunktio saatettiin spesifioida seuraavasti

$$Q = f(L, K),$$

jossa Q on tuotos, L työpanos ja K pääomapanos.²⁾

1 Koopmans [23], s. 35.

2 Niitamo [27 b].

Tässä lähestymistavassa oletettiin, että funktio edusti vallitsevaa tuotantoteknologiaa ja funktion arvo määräytyi tavallaan implisiittisen maksimoinnin perusteella siten, että kysymyksessä oli aina tehokas tuotantopiste.

Tilannetta voidaan havainnollistaa kuviolla 2 .

Funktion kuvaajalla olevat pisteet edustavat maksimaalista tuotantomäärää tuotannontekijän määrän ollessa annettu. Klassisessa tuotannon analyysissä oletettiin aina, että voitiin tarkastella tuotantofunktiolla olevia pisteitä (joka edusti siis teknologiaa ja tuotannon johdon valintoja). Sen sijaan ei-tehokkaat pisteet, kuten piste funktion kuvaajan alapuolella tuotannontekijämäärällä oletettiin implisiittisesti ei mahdolliseksi.

Tällainen tuotantofunktion käsite saattoi olla varsin luonteva tarkastelutapa silloin kun tarkastelun kohteena oli esimerkiksi yksittäinen maatila tai jokin pienyritys ja vallitseva teknologia oli verraten yksinkertainen. Tällaisissa oloissa voitiin ajatella, että teknologia todella määräsi varsin yksinkertaisella tavalla tuotannontekijöiden valinnan ja johdon päätöksentekotilanne oli siinä määrin yksinkertainen, että tehokkuusprobleemat ja valinnat erilaisten teknologioiden ja organisaatiomallien välillä olivat suhteellisen yksinkertaisia. Tällaista tuotantofunktioajattelua on sovellettu varsin paljon myös kokonaistaloudellisiin tarkaste-

luihin. Ehkä epäilyt siitä onko tällainen lähestymistapa kokonaistaloudellisella tasolla lainkaan mielekäs ovat lähteneet juuri siitä, että monet olennaiset valintaprobleemat sivuutetaan tässä aggregatiivisessa tuotantofunktioanalyysissä.¹⁾

Joka tapauksessa voidaan ajatella, että teknologian monimutkaistuminen, organisaatiomallien lisääntyminen ja yrityskoon suurentuminen toivat tarpeelliseksi analysoida tuotantoa hieman toisesta lähtökohdasta kuin mitä klassinen tuotantofunktioajattelu tarjosi. Tätä taustaa vasten voidaan nähdä ns. aktiviteettianalyysin syntyminen. Käytännössä tähän vaikutti luultavasti varsin voimakkaasti myös toisen maailmansodan aikana esille tulleet päätöksenteko-ongelmat²⁾, mihin liittyy myös ns. operaatioanalyysin syntyminen.

Aktiviteettianalyysin lähtökohtana on se, että yrityksellä (tai yleisemmin millä tahansa taloudella) on seuraavanlainen toimintaympäristö

- käytettävissä on joukko puhtaasti teknologisia tuotantomahdollisuuksia sekä
- rajoitettu määrä erilaisia tuotannontekijöitä;
- lisäksi taloudella on tietty päämäärä tai tavoite, jota tuotanto palvelee sekä
- päätöksenteko-ongelmana on valintatilanne, jossa teknologisia mahdollisuuksia pyritään käyttämään mahdollisimman tehokkaasti hyväksi asetettuun päämäärään pyrittäessä.

1 Äskeisestä kritiikistä esim. Rymes [32].

2 Ks. Koopmans [23], s. 4.

Lineaarisisessa aktiviteettianalyysissä teknologia tavallisesti esitetään n s. aktiviteettivektoreiden avulla. Kukin aktiviteettivektori määrittelee jonkin teknologisen prosessin panos-tuotossuhteet. Teknologia voidaan tällöin esittää matriisina

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

jossa a_{ij} :t ovat teknologisia panos-tuotoskertoimia. Sarakevektorit muodostavat aktiviteetin, joka siis kuvaa jonkin toiminnan tai prosessin teknologiaa panosten ja tuotosten termein. Käytettävissä olevien tuotantokijöiden määrää voidaan kuvata resurssivektorilla esim. $R = (r_1, r_2, \dots, r_m)$. Jos valittavissa olevien aktiviteettien tasoa (toiminnan laajuutta) merkitään vektorilla $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ voidaan tuotannon tavoitelause tämän vektorin funktiona $T = f(X)$. Valintaongelmana on nyt löytää sellaiset aktiviteettien lineaarikombinaatiot, jotka maksivoivat tavoitteen annetuilla tuotantokijämäärillä.

Aktiviteettianalyysissä on siten kysymys tuotannon analysoimisesta, jotta voitaisiin määrätä joko tehokkaiden tuotantopisteiden joukko (tai piste tuotantofunktiolla)

Koopmansin tapaan¹⁾ tai hieman yleisemmin optimaalinen aktiviteettien kombinaatio jonkin muun optimointikriteerin vallitessa.

Lineaarista ohjelmointia voidaan pitää sellaisena optimointitekniikkana, jonka avulla voidaan ratkaista mm. lineaarisen aktiviteettianalyysin ongelmia.²⁾ Laajemmassa merkityksessään lineaarinen ohjelmointi on kuitenkin sellainen optimointitekniikka, jota käyttäen voidaan ratkaista periaatteessa mikä tahansa tiettyjä formaalisia sääntöjä noudattava ongelma, ei siis pelkästään aktiviteettianalyysin tarkastelemaa tuotantoongelmaa. Tässä mielessä lineaarinen ohjelmointi on luonteeltaan yleisempi kuin aktiviteettianalyysi siinä merkityksessä missä sitä on tässä esityksessä käytetty.

Linearisessa ohjelmoinnissa puhutaan tosin myös aktiviteeteista, mutta tällöin aktiviteettitermillä on yleisempi merkitys kuin mitä sillä on ollut traditionaalisessa aktiviteettianalyysissä.

On ilmeistä, että aktiviteettianalyysi (kuin myös lineaarinen ohjelmointi) lähestyvät huomattavasti konkreettisemmalla tavalla organisaation tai talousyksikön probleemoita kuin mitä perinnäinen tuotantofunktioajattelu. Teknologisesti ja organisatorisesti kompleksisessa yhteiskunnassa ne tarjoavat välineitä taloudellisuusongelmien ratkaisemiseksi. Ei siis ole lainkaan ihme, että erityisesti lineaarisen ohjelmoinnin yleisen algoritmin

1 Koopmans [23]. Koopmansin tavoitteena oli pelkästään määritellä tehokkaiden tuotantopisteiden joukko yllä mainitussa mielessä; ei siis määrätyn hyvinvointifunktion mukaista optimia.

2 Lineaarisen ohjelmoinnin uranuurtajana voidaan pitää Kantorovitshia ja toisaalta Dantzigia, Hitchcockia, Stigleria ja Koopmansia. Ks. esim. Gass [15].

kehittämisen jälkeen sen suosio on erittäin voimakkaasti kasvanut sekä taloustieteen teoriassa että monissa käytännön sovellutuksissa.

Lineaarisisessa ohjelmoinnissa pyritään löytämään tietystä aktiviteettien tai prosessien (tässä aktiviteetti-termi siis varsin yleisessä merkityksessä) joukosta sellainen aktiviteettien lineaarinen kombinaatio, joka tyydyttää annetut resurssirajoitukset ja samalla maksimoi (tai vaihtoehtoisesti minimoi) annetun tavoitefunktion. Yleisesti lineaarinen ohjelmointiprobleema voidaan esittää seuraavasti:

$$\begin{aligned} & \text{maksimoi (tai minimoi) } c'x, \\ & \text{ehdolla, että } Ax \leq b \\ & \quad \quad \quad x \geq 0 \end{aligned}$$

Tässä x on muuttujavektori, jolle pyritään löytämään sellainen arvo, että $c'x$ on maksimissaan.

A on $m \times n$ matriisi, jonka elementit ovat vakioita.

Se voidaan esittää myös seuraavasti:

$$A = (A_1, A_2, \dots, A_n) = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & & & \\ \vdots & & & \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix}$$

jolloin

$$A_i = \begin{pmatrix} a_{1i} \\ a_{2i} \\ \vdots \\ a_{mi} \end{pmatrix}$$

on $m \times 1$ vektori, jota voidaan kutsua aktiviteettivektoriksi.

$c = (n \times 1)$ vektori ja

$b = (m \times 1)$ vektori, jonka elementit katsotaan vakioiksi.

Aktiviteettien A_1, A_2, \dots, A_n lineaarikombinaatio on

$A_1 x_1 + A_2 x_2 + \dots + A_n x_n$. On siis valittava muuttujat x_1, x_2, \dots, x_n (joita voidaan kutsua myös aktiviteettien tasoiksi) siten, että $c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$ on maksimissaan.

Nyt tarkasteltavassa mallissa voidaan erottaa seuraavat aktiviteettiryhmät: tuotantoaktiviteetit, tuontiaktiviteetit, vientiaktiviteetit, pääoman muodostuksen aktiviteetit sekä yksityisen kulutuksen aktiviteetti. Vektori b , joka samalla voidaan tulkita mallin kannalta eksogeenisten muuttujien vektoreiksi, sisältää julkisen kulutuksen elementit, sekä elementit, jotka kuvaavat käytettävissä olevaa työvoiman ja pääomkapasiteetin määrää. Lisäksi b vektorin eräs elementti kuvaa vaihtotaseelle asetettavaa haluttua arvoa.

Vektorin c elementit ovat muutoin nollija paitsi yksityiseen kulutukseen liittyvän aktiviteetin osalta. Muilla aktiviteeteilla ei mallissa ole itseisarvoa, maksivoitavaksi suureeksi on asetettu yksityinen kulutustaso. Tähän aktiviteettiin liittyvä vektorin c kerroin voidaan asettaa vaikkapa ykköseksi. Aktiviteettien välisestä keskinäisestä riippuvuudesta kuitenkin seuraa myös muille kuin kulutusaktiviteetille positiivisia arvoja. Toisin sanoen tämä merkitsee vain yksinkertaisesti sitä, että malliin on rakennettu prosessi, jossa kulutuksen aikaansaaminen edellyttää tuotantoa, tuontia, vientiä ja kulutustason säilyttäminen puolestaan edellyttää pääomanmuodostusta. Voidaan sanoa, että kulutuskysynnän tyydyttämisympyrä generoi mallissa muuta tuotannollista toimintaa: mallin kuvaama talous alkaa "elää" kulutusaktiviteetin kautta.

Teoreettisesti sekä aktiviteettianalyysi että lineaarinen ohjelmointi ovat puolestaan lähellä panos-tuotos-analyysiä. Panos-tuotostutkimukset muodostavatkin tässä yhteydessä tavallaan sillan, jonka kautta aktiviteettianalyysin ja lineaarisen ohjelmoinnin teoreettiset näkökohdat nyt tarkasteltavassa ongelmassa voidaan siirtää empiiriselle tasolle. Tästä lähemmin seuraavassa luvussa.

Seuraavaksi tarkastellaan empiirisen aktiviteettianalyysi-mallin muodostamista panos-tuotostauluja hyväksikäyttäen. Samalla tarkastellaan niitä ongelmia, joita eri aktiviteettien muodostamiseen on liittynyt.

3. Mallin konstruoiminen

3.1. Empiirinen peruskehikko

Empiirinen malli perustuu taulukossa 1 esitettyyn modifioituun panos-tuotoskehikkoon. Kertoimien estimaatit perustuvat vuoden 1965 aineistoon. [29]

1965 panos-tuotostutkimuksen perusteella määrättiin ensinnäkin 34 toimialaa, joiden sisältö on yksityiskohtaisesti selvitetty liitteessä 1. Toimiala 34 on luonteeltaan tyypillinen kotimarkkinatoimiala, jonka tuotteissa ulkomaankauppa potentiaalisesti näyttelee vain verraten vähäistä osaa, tai johon kuuluvat alatoimialat tuskin tulevat kysymykseen merkittävinä ulkomaankauppaa käyvinä toimialoina keskipitkällä tähtäyksellä. Tuotannon arvonlisäyksestä näillä toimialoilla syntyi 1965 varsin huomattava osa koko kansantalouden arvonlisäyksestä (n. 570/0).

Kaikki muut mallin muuttujat on ryhmitelty samaa toimialajakoa käyttäen. Yksityinen kulutus muodostaa vektorin, jossa on 34 elementtiä.

Vienti on hajoitettu toimialoittain 34×33 matriisiksi siten, että kunkin toimialan vientimäärä esiintyy matriisin diagonaalilla. Sektorin 34 vienti koostuu muiden toimialojen vientiin liittyvistä panoksista

$S_{34,1}$, $S_{34,2}$, ..., $S_{34,33}$ ja on siten riippuvainen muiden toimialojen viennin kehityksestä. Tämän vuoksi matriisissa ei esiinny saraketta 34.

3. Mallin konstruoiminen

3.1. Empiirinen peruskehikko

Empiirinen malli perustuu taulukossa 1 esitettyyn modifioituun panos-tuotoskehikkoon. Kertoimien estimaatit perustuvat vuoden 1965 aineistoon. [29]

1965 panos-tuotostutkimuksen perusteella määrättiin ensinnäkin 34 toimialaa, joiden sisältö on yksityiskohtaisesti selvitetty liitteessä 1. Toimiala 34 on luonteeltaan tyypillinen kotimarkkinatoimiala, jonka tuotteissa ulkomaankauppa potentiaalisesti näyttelee vain verraten vähäistä osaa, tai johon kuuluvat alatoimialat tuskin tulevat kysymykseen merkittävinä ulkomaankauppaa käyvinä toimialoina keskipitkällä tähtäyksellä. Tuotannon arvonlisäyksestä näillä toimialoilla syntyi 1965 varsin huomattava osa koko kansantalouden arvonlisäyksestä (n. 570/0).

Kaikki muut mallin muuttujat on ryhmitelty samaa toimialajakoa käyttäen. Yksityinen kulutus muodostaa vektorin, jossa on 34 elementtiä.

Vienti on hajoitettu toimialoittain 34×33 matriisiksi siten, että kunkin toimialan vientimäärä esiintyy matriisin diagonaalilla. Sektorin 34 vienti koostuu muiden toimialojen vientiin liittyvistä panoksista

$S_{34,1}, S_{34,2}, \dots, S_{34,33}$ ja on siten riippuvainen muiden toimialojen viennin kehityksestä. Tämän vuoksi matriisissa ei esiinny saraketta 34.

MALLIN PERUSKEHIKKO

Taulu 1

Toimialat	Toimialat			Yksityinen kulu-	Vienti toimialoittain	Kilpaileva tuonti toimialoittain	Pääoman muodostus	Julkinen kulu-
	1	2	34					
1	x_{11}	x_{12}	$\dots x_{1,34}$	C_1	EX_1	0	I_{11}	G_1
2	x_{21}	x_{22}	$\dots x_{2,34}$	C_2	0	$-IM_2$	I_{21}	G_2
.
.
34	$x_{34,1}$	$x_{34,2}$	$\dots x_{34,34}$	C_{34}	$S_{34,1}^{ex}$	0	$I_{34,1}$	G_{34}
Työllisyys työntekijät ja maa- taloud. harjoitt.	L_{11}	L_{12}	$\dots L_{1,34}$					
Työllisyys toimihenkilöt ja yksit. elink. harj. (paitsi maat. harj.)	L_{21}	L_{22}	$\dots L_{2,34}$					
Pääoma	K_1	K_2	$\dots K_{34}$					
Kilpailematon tuonti	$-T_1$	$-T_2$	$\dots -T_{34}$		VA_1^{ex}	$-VA_1^{im}$		
					VA_2^{ex}	$-VA_2^{im}$		
					VA_3^{ex}	$-VA_3^{im}$		

Taulussa käytetyt symbolit on selitetty seuraavalla sivulla.

Taulussa käytetyt symbolit

- x_{ij} = se osa toimialan i tuotannosta, joka käytetään toimialalla j
- C_i = toimialan i tuotannosta yksityiseen kulutukseen menevä osa
- EX_i = toimialan i vienti
- IM_i = toimialan i kilpaileva tuonti
- I_{ij} = toimialalta i toimialan j käyttöön menevä pääoman muodostus
- G_i = toimialan i tuotannosta julkiseen kulutukseen menevä osa
- $S_{34,j}^{ex}$ = toimialan 34 tuotannosta vientiin menevä osa
- $S_{34,j}^{im}$ = toimialan 34 tuotannosta tuontiin menevä osa
- L_{1j} = työntekijöiden ja maataloudenharjoittajien työpanos toimialalla j
- L_{2j} = toimihenkilöiden ja muiden yksityisten elinkeinonharjoittajien paitsi maatalouden harjoittajien työpanos toimialalla j
- K_j = pääomakanta toimialalla j
- T_j = kilpailematon tuonti toimialalla j
- VA_j^{ex} = toimialan j viennistä saatu valuuttatulo (markoissa)
- VA_j^{im} = toimialan j kilpailemattoman tuonnin aiheuttama valuuttameno (markoissa)

Tuonti on jaettu kahteen osaan kilpailevaan ja kilpaillemattomaan. Tätä jakotapaa on esitetty tarkemmin kappaleessa 3.3.

Kilpaileva tuonti muodostaa vastaavanlaisen matriisin kuin vientikin, joten kunkin toimialan kilpaileva tuonti on matriisin diagonaalielementteinä.

Pääoman muodostus on hajoitettu 34×34 (toimiala \times toimiala) matriisiksi. Tätä matriisia ei ole valmiina saatavissa vuoden 1965 panos-tuotostutkimuksesta ja niinpä tämä matriisi on esitetty liitteessä 6.

Julkisen kulutus muodostaa peruskehikossa oman vektorinsa.

Peruskehikon riveillä esiintyy normaalin panos-tuotokäytännön mukaan toimialat, joilta välituotepanokset on hankittu. Välituotepanokset sisältävät tässä tapauksessa kotimaisesta tuotannosta ja kilpailevasta tuonnista tulevat panokset. Peruspanosten osalta poiketaan kuitenkin normaalista panos-tuotokäytännöstä. Työllisyys on jaettu kahteen osaan työntekijöihin ja maatalouden harjoittajiin sekä toisaalta toimihenkilöihin ja muihin yksityisiin elinkeinonharjoittajiin. Työllisyyttä käsitellään mallissa pelkästään työvuosina. Välillisiä veroja ei tarkastella lainkaan.

Pääomapanosluvut perustuvat toimialoittaista pääomakantaa koskevaan erillisselvitykseen. Tätä pääomakantaselvitystä selostetaan liitteessä 7.

Lopuksi kunkin toimialan panoksena esiintyy kilpailematon tuonti. Kilpailemattoman tuonnin rivillä esiintyy vielä viennin sekä kilpailevan tuonnin arvo toimiloittain. Laskemalla tämän rivin elementit yhteen saadaan tavara- ja palvelustaseen saldo.

Mainitulla tavalla konstruoituna sarakkeet eivät toimialoittain ole yhteenlaskettavissa, koska sarakkeilla on käytetty erilaisia mittayksiköitä.

3.2. Tuotantoaktiviteetit

Tuotantoaktiviteetit (joita on kaikkiaan 34 kpl eli kullekin toimialalle tai hyödykkeelle¹⁾ yksi kappale) ovat seuraavan tyyppisiä:

$$\begin{array}{l} - a_{1i} \\ - a_{2i} \\ \cdot \\ \cdot \\ a_{ii} \\ \cdot \\ \cdot \\ - a_{mi} \\ - l_{1i} \\ - l_{2i} \\ - k_i \\ - t_i \end{array}$$

Tässä kerroin a_{ij} , $i \neq j$, osoittaa kuinka paljon toimialan i tuotetta käytetään toimialalla j yhtä tuoteyksikköä kohden panoksena. a_{ii} osoittaa kuinka monta tuoteyksikköä toimialalla i syntyy yhtä tuoteyksikköä kohden muihin tarkoituksiin kuin toimialan i välituotteeksi.²⁾

1 Tässä on tehty hyödykkeiden ja toimialojen osalta tavanomainen panos-tuotosanalyysin olettamus, että kukin toimiala tuottaa yhtä homogeenista tuotetta, jolloin voidaan puhua joko hyödykkeen tuotantoaktiviteetista tai toimiala-aktiviteetista. Tästä olettamuksesta ks. lähemmin O. Forssell [12].

2 Tällä on sama tulkinta kuin matriisin $(I-A)$ diagonaalielementillä, kun A on tavanomainen panoskerroinmatriisi ja I on yksikkö matriisi.

Elementit a_{ij} voidaan panos-tuotostarkastelussa tuonnin käsittelystä riippuen määritellä eri tavoilla. Tavallisesti a_{ij} osoittaa pelkästään kotimaisesta tuotannosta tulevia panoksia. Tässä yhteydessä a_{ij} määriteltiin kuitenkin siten, että se sisältää myös kilpailevan tuonnin toimialalta i toimialalle j ts.

$$a_{ij} = \bar{a}_{ij} + \bar{t}_{ij}, \text{ jossa}$$

$$\bar{a}_{ij} = \text{kotimaisen tuotannon panoskerroin}$$

$$\bar{t}_{ij} = \text{kilpailevan tuonnin panoskerroin.}$$

Tämän tarkastelutavan valintaperusteista lähemmin tuontiaktiiviteettien selostuksen yhteydessä.

Työpanos jaettiin tarkastelussa toisaalta työntekijöihin ja maataloudenharjoittajiin ja toisaalta toimihenkilöihin ja muihin yksityisiin elinkeinonharjoittajiin kuin maataloudenharjoittajiin. Kertoimet l_{1i} ja l_{2i} ovat vastaavien työpanosryhmien kertoimia, jotka osoittavat kuinka monta ao. työpanosyksikköä tarvitaan toimialassa i yhden tuoteyksikön valmistamiseen.

Kerroin k_i kuvaa aktiviteetin pääomaintensiteettiä. Se osoittaa kuinka paljon pääomaa aktiviteetissa i on sidottu yhden tuoteyksikön valmistamiseen.

Tuotantoaktiviteetissa esiintyy vielä kerroin t_i . Tämä kerroin osoittaa yhden tuoteyksikön edellyttämän kilpaillemattoman tuonnin määrän.

3.3. Tuonnin käsittelystä

Tuonnin käsittelyssä on tässä yhteydessä tarkoituksenmukaista tehdä ero kilpailevan ja kilpailemattoman tuonnin kesken. Koska näiden komponenttien käyttäytyminen on ilmeisesti toisistaan poikkeava, kilpaileva tuonti on määritelmällisesti kotimaisen tuotannon substituutti. Sen sijaan kilpailemattomalle tuonnille ei ole olemassa vastaavaa kotimaista tuotantoa ja se näin ollen pelkääntään täydentää tarjontaa kotimaassa.

Operationaalisesti jako kilpailevaan ja kilpailemattomaan tuontiin on tehty siten, että tuonti on määritelty kilpailevaksi silloin, kun asianomaista tuontia vastaava kotimaista tuotantoa esiintyy. Tuonti on taas määritelty kilpailemattomaksi silloin, kun vastaavaa koti-

3.3. maista tuotantoa ei esiinny.

Vaikka tämä jakotapa onkin varsin tavanomainen, se ei tämän tutkimuksen kannalta ole kuitenkaan paras mahdollinen. Rakennemuutosten suunnittelun kannalta menettelyn heikkoutena on, mikäli jako perustuu johonkin historialliseen tilanteeseen, se, että kilpailemattoman tuonnin joukossa on epäilemättä sellaisia tuotteita, joiden kotimainen tuotanto saattaisi hyvinkin olla kannattavaa, mutta tämän korvaaminen kotimaisella tuotannolla tulee

tässä mallissa em. jakotapaa käytettäessä kuitenkin suljettuksi pois. Kilpailemattoman tuonnin erittely sen mukaan mitkä tuotteet voisivat mahdollisesti tulla kysy-

vä kotimaista tuotantoa esiintyvä. Tuonti on taas kilpailevaksi määritelty silloin, kun vastaava kotimainen tuotantoa ei esiinny.

mykseen kotimaisessa tuotannossa vaatisi oman melko perusteellisen selvityksensä, mihin tätä tutkimusta tehtäessä ei ole ollut mahdollisuuksia. Näin ollen on tyydytty yllä kuvattuun, jo tehtyyn tuonnin jaottelutapaan.

Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti miten tuonti voidaan käsitellä ja on käsitelty tässä tutkimuksessa panos-tuotostaulussa. Mikäli kilpaileva tuonti ja tätä vastaava kotimainen tuotanto jaetaan panos-tuotostaulussa eri riveille, niin silloin näiden välinen substituutio aiheuttaa jossakin kolmannessa sektorissa panos-tuotokertoimissa vaihtelua. Tällaista substituutiota kotimaisen tuotannon ja kilpailevan tuonnin kesken voi tapahtua varsin lyhyelläkin tähtäimellä. Jos taas kotimainen tuotanto ja vastaava kilpaileva tuonti jaetaan saman rivin kautta muille sektoreille, niin näiden välinen substituutio ei aiheuta muutosta jonkin kolmannen sektorin panoskerrotimeissa, joka tällöin määräytyy "teknillisesti". Tämän "teknillisen" kertoimen voidaan odottaa pysyvän kiinteämpänä kuin kumpikaan sen komponenteista: kotimaisen tuotannon kerroin ja kilpailevan tuonnin kerroin.

Mikäli toisaalta kilpailematon tuonti jaetaan samalla rivillä kuin tätä lähinnä vastaava kotimainen tuotanto ja muodostetaan panoskerroimet näin yhdistetystä virrasta, on seurauksena se, että panos-tuotosanalyysissä syntyy sellaista välillistä kotimaista kysyntää, mikä

itse aisassa onkin kokonaan tuontia. Esimerkiksi puuvillan ja vehnän sijoittaminen Suomen panos-tuotostaulussa samalle riville aiheuttaa sen, että puuvillavaatteiden kysynnän lisäys aiheuttaa lannoitetehtaiden tuotannossa kasvua synnyttäessään kotimaisen maatalouden tuotannolle kysyntää. Kuitenkin tässä tapauksessa kysyntä itse asiassa on kokonaisuudessaan kohdistunut tuontiin. Mikäli tämän sijasta kilpailemattomalle tuonnille muodostetaan oma rivinsä, on todennäköistä, että tästä laaketut kertoimet pysyvät kiinteinä siinä mielessä, että ne eivät ole korvattavissa muiden sektoreiden tuotannolla.

Tämän tutkimuksen tarkoituksia varten tuntuikin näin ollen sopivimmalta menettely, jossa kilpaileva tuonti käsitellään yhdessä vastaavan kotimaisen tuotannon kanssa ja kilpailematon tuonti käsitellään omalla rivillä erikseen.

Suomen vuoden 1965 panos-tuotostaulu antoikin mahdollisuuden tällaiseen käsittelyyn. Mainitussa tutkimuksessa tuonti on eritelty lähtö- ja määränpääsektoreittain erikseen kilpailevan ja kilpailemattoman tuonnin osalta. (Taulu 3. tuonnin panos-tuotostaulukko [29]). Näin ollen tehtäväksi jäi määritellä panoskertoimet siten, että panoskerroin sektorista i sektoriin j sisältää kotimaisen tuotannon ja kilpailevan tuonnin ja kilpailemattomalle tuonnille sektoriin j määrätään oma kerroin. Näin määriteltynä panoskertoimien voidaan odottaa pysyvän suhteellisen

stabiileina vaikka kotimaisen tuotannon ja kilpailevan tuonnin kesken tapahtuisikin substituutiota. Toisaalta juuri näiden substituutiomahdollisuuksien kartoitus on tässä tutkimuksessa varsin keskeisellä sijalla, joten valittu menettely on tältä kannalta perusteltavissa. Paras mahdollinen menettely olisi tuonnollisesti ollut se, jossa kilpailemattomasta tuonnista olisi erotettu kilpailevan tuonnin kanssa samaan ryhmään se osa, joka mallin tarkastelemassa aikavälissä on potentiaalisesti mahdollista korvata kotimaisella tuotannolla.

Laadittaessa valitulla tavalla panos-tuotostaulukko esiintyy taulun lopputuotteita käsittelevässä "neljänneksessä" kilpaileva tuonti negatiivisena eränä, jotta panos-tuotostaulujen rivi ja sarakesummien yhtäsuuruus voisi toteutua. Taulukko on itse asiassa seuraavaa muotoa:

I neljännes Välituotteet kotimaisesta tuotannosta ja kilpailevasta tuonnista	II neljännes Kulutus, pääoman muodostus, vienti miinus kilpaileva tuonti
III neljännes Kilpailematon tuonti, palkansaajien työtulot, toimintaylijäämä, kiinteän pääoman kuluminen, välilliset verot, netto	IV neljännes Lopputuotteisiin suoraan sisältyvät peruspanokset

3.4. Tuontiaktiviteetit

Tuontiaktiviteetit ovat muotoa

$$\begin{pmatrix} 0 \\ \cdot \\ \cdot \\ l_i \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ 0 \\ h_{34,i} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ -l_i \end{pmatrix}$$

Aktiviteetit ovat pelkästään kilpailevaa tuontia varten. Kilpailematon tuonti on liitetty tuotantoaktiviteetteihin kokonaisuudessaan. Kerroin $+l_i$ osoittaa kuinka monta yksikköä tuotetta i yksi tuontiaktiviteetti tuo maahan. Tämän tuontiyksikön maksamiseen tarvitaan valuuttaa, jonka määrää osoittaa kerroin $(-l_i^1)$. Kerroin $h_{34,i}$ osoittaa kuinka paljon kotimaisia kuljetus- ja välityspalveluksia sisältyy yhden tuonti yksikön käsittelyyn (käyttöön saattamiseen).

Kilpailevan tuonnin aktiviteetteja on 32 kpl. Näistä periaatteessa mikä tahansa voi korvata kotimaista tuotantoa tai kotimainen tuotanto voi korvata minkä tahansa kilpailevan tuontiaktiviteetin. Kotimaisen tuotannon ja vastaavan kilpailevan tuonnin välillä on siten oletettu vallitsevan täydellisen korvattavuuden. Tämä

¹ Valuuttameno on tässä arvioitu kotimaan rahassa.

periaate voitaisiin kuitenkin rajoittaa koskemaan rajoitetumpaa osaa tuonnista kuin mitä on tehty. Itse asiassa jako täydellisesti korvattavissa olevaan tuontiin ja muuhun (tuotannosta riippuvaan) tuontiin on varsin strateginen suunnittelun kannalta ja käytännön suunnittelusovellutuksissa edellyttäisikin huomattavasti huolellisempaa selvitystä tästä seikasta kuin mitä tässä on voitu tehdä.

3.5. Vientiaktiviteetit

Vientiaktiviteetit ovat muodollisesti varsin paljon kilpaillemattoman tuonnin aktiviteetteja muistuttavia.

Ne ovat muotoa:

$$\begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \\ g_{34,1} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \dots, \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ -1 \\ \vdots \\ g_{34,i} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \dots, \begin{pmatrix} 0 \\ \vdots \\ 0 \\ -1 \\ g_{34,32} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

Kerroin (-1) osoittaa kuinka monta yksikköä kotimaista tuotantoa käytetään yhden vientiaktiviteettiyksikön aikaansaamiseen. Kerroin $g_{34,i}$ osoittaa puolestaan, kuinka paljon yhtä vientiyksikköä kohden tarvitaan kuljetus- ja välityspalveluksia. Kerroin 1 viimeisellä rivillä osoittaa viennistä saatavan valuuttatulojen määrän vientiyksikköä kohden (kotimaan rahassa).

3.6. Pääoman muodostuksen käsittelystä

Pääoman käsittely mallissa jakaantui kahteen osaan.

Toisaalta haluttiin tarkastella tavoitevuonna käytettävissä olevaa keskimääräistä pääomakantaa. Tämän kannan rakenteeseen vaikuttaa toisaalta suunnitteluperiodin alussa olevan pääomakannan määrä, suunnitteluperiodin ajan tapahtuva nettoinvestointi sekä nopeus, jolla pääoma voidaan reallokoida toimialalta toiseen. Tähän kysymykseen palataan myöhemmin luvussa 3.8.

Tämän lisäksi haluttiin tarkastella erikseen tavoitevuonna tapahtuvaa pääomanmuodostusta ja sen riippuvuutta mallin muista muuttujista. Seuraavassa tarkastellaan tämän pääoman muodostuksen käsittelyä mallissa.

Voitaisiin ajatella, että tämän tyyppisessä ohjelmointimallissa käsitellään lopputuotteiden kysyntää yhtenä eränä. Tällöin ei siis kulutusta ja pääoman muodostusta erotettaisi toisistaan. Tavoitefunktioon tulisi tällöin lopputuotteista kulutus ja pääomanmuodostus yhdessä. Kun keskeisenä tutkimuksen kohteena kuitenkin on valinta kotimaisen tuotannon ja kilpailevan tuonnin kesken, ei lopputuotteiden kysynnän käsittelyä yhtenä eränä kunkin sektorin osalta tai yhtenä vektorina voida pitää kovinkaan tyydyttävänä ratkaisuna. Kotimaisen tuotannon ja tuonnin suhteellisten osuuksien muutos toimialoittain aiheuttaa ilmeisesti myös pääomanmuodostukseen rakennemuutoksia. Tuntuu varsin luontevalta, että pääomanmuodostuksen rakenne riippuu toimialojen rakenteesta.

Kulutus ja pääomamuodostus on siis tarpeen erottaa tässä mallissa. Kun toisaalta tavoitefunktioiksi asetettiin kulutustason maksimointi annetuilla resurssirajoituksilla, johtaisi tämä mikäli pääomamuodostukselle ei aseteta lisärajoituksia siihen, että pääomamuodostusta ei tapahtuisi lainkaan. Kuitenkin pääomamuodostus on syytä pyrkiä säilyttämään positiivisella tasolla, mikäli halutaan turvata kansantalouden kasvu myös suunnitteluajanjakson jälkeen. Kysymyksessä on tyypillinen äärelliseen suunnitteluhorisonttiin liittyvä ongelma, jota on käsitelty runsaasti viimeaikaisessa optimaalista kasvuteoriaa koskevassa kirjallisuudessa, jonka alkujuuret ovat löydettävissä Ramsayn¹⁾ artikkelista. Kulutuksesta riippuva hyötyfunktio on tällöin formuloitu joko seuraavasti:

$$\int_0^{\infty} C(t)e^{-rt} dt$$

mikäli tarkasteluperiodi on ääretön tai muotoa

$$\int_0^T C(t)e^{-rt} dt + S(T)e^{-rt}$$

mikäli tarkastelun kohteena on äärellinen aikaväli.

Tässä r on diskonttokorko, e luonnollisen logaritmijärjestelmän kantaluku, t aika, T suunnitteluajanjakson päätevuosi, C kulutus ja S pääomakanta.

Tässä mallissa $S(T)$ muodostuu toisaalta tavoitevuonna T olemassa olevasta keskimääräisestä kannasta ja toimialoittaisesta pääomamuodostuksesta vuonna T .

1 Ramsay [31] .

Koska kysymyksessä on erilaisten tuotantotoimintojen välinen valintaongelma, oli toimialojen tuotannon toteuttamiseksi tarvittava pääomanmuodostus pyrittävä endogenisoimaan, siis spesifioitava jollakin tavalla riippuvaksi kunkin toimialan tuotannon laajentamistarpeesta.

Tyypillisenä investointifunktiona on käytetty ns. akseleeraatioperiaatteelle rakentuvaa investointifunktiota

$$I = f \left(\frac{dY}{dt} \right)$$

jossa I = investoinnit ja Y = tulo sekä t = aika.

Tässä mallissa päädyttiin kuitenkin huomattavasti tästä poikkeavaan investointifunktioesitykseen. Malliin oli helposti liitettävissä investoinnit kokonaistuotoksen funktiona

$$I = f(X)$$

Tällä formuloinnilla ei ole kovin hyvää teoreettista perustetta kansantaloustieteen teoriassa. Eräänä teoreettisena perusteena tälle lähestymistavalle on kuitenkin seuraava. Voidaan lähteä hypoteesista, jonka mukaan yrityksen investointipäätös riippuu yrityksen käytettävissä olevasta tulosta T eli

$$I = f(T)$$

Mikäli toisaalta voidaan olettaa, että käytettävissä oleva tulo on yrityksen kokonaistuotoksen funktio ts.

$$T = g(X),$$

niin tällöin investoinnit voidaan kirjoittaa funktiona kokonaistuotoksesta

$$I = f(T) = f(g(X)) = F(X)$$

Mikäli riippuvuussuhde edelleen oletetaan lineaariseksi, voidaan investoinnit sisällyttää kokonaistuotoksen lineaarisina funktioina malliin.

Tätä taustaa vasten onkin investointikäyttäytymistä varten laadittu seuraava malli:

$$I_{ij} = k_{ij}X_j, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

jossa k_{ij} on vakio ja I_{ij} on sektorin i sektorin j investointia varten tuottama investointitavaroiden arvo. X_j :llä on merkitty sektorin j kokonaistuotantoa.

3.7. Pääoman muodostuksen aktiviteetit

Edellä esitetyn perusteella päädyttiin pääoman muodostuksessa seuraavantyyppisiin aktiviteetteihin:

$$\begin{pmatrix} k_{1i} \\ k_{2i} \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ k_{34,i} \end{pmatrix}, \quad i = 1, 2, \dots, 34$$

Tässä kerroin k_{ij} osoittaa kuinka paljon toimialan j yhtä tuoteyksikköä kohden tarvittavasta pääoman muodostuksesta tulee toimialalta i . Summa $\sum_{i=1}^{34} k_{ij}$ osoittaa pääoman muodostuksen yhtä tuoteyksikköä kohden toimialalla j . Tähän formulointiin päädyttiin edellä esitetyillä teoreettisilla perusteilla.

Pääoman muodostusta kuvaavien aktiviteettien kertoimien saamiseksi oli laadittava ns. investointimatriisi, jonka elementit osoittavat pääoman muodostuksen toimialalla j luokiteltuna sen mukaan miltä toimialalta pääomahyödykkeet ovat peräisin. Vuoden 1965 panos-tuotostutkimuksessa pääoman muodostus oli esitetty yhtenä vektorina koko kansantaloudessa. Tämä tuli hajoitaa toimialoittaiseksi matriisiksi. Matriisi arvioitiin käytettävissä olevien kansantalouden hyödykevirtoja koskevien tietojen perusteella. Saatu investointimatriisi on esitetty liitteessä 6 .

Tässä vaiheessa ei katsottu tarpeelliseksi erottaa jotakin osaa pääoman muodostuksesta, esim. julkisia investointeja, sellaiseksi erilliseksi kokonaisuudeksi, jota olisi saatettu käsitellä eksogeenisesti mallin kannalta. Tällaiseen käsittelyyn on periaatteessa mahdollisuus mennä, eikä se tuota edes merkittäviä käytännöllisiä ongelmia. Tässä kuitenkin käsiteltiin työn säästämiseksi kaikki pääoman muodostus samalla tavalla endogeenisesti.

3.8. Aktiviteettien väliset yhteydet eli mallin rajoitukset

Edellä kuvattujen aktiviteettien välillä vallitsevat tietyt riippuvuussuhteet (panos-tuotosanalyysin mukaiset), joista muodostuu mallin rajoitukset. Kirjoittamalla nämä rajoitukset saadaan mallin formaaliseksi muodoksi seuraava:

maksimoi C

seuraavien ehtojen vallitessa.

$$(1) x_i - \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j - \sum_{j=1}^n k_{ij} x_j - e_i - c_i + m_i \geq g_i, \quad i =$$

1, 2, \dots, n.

$$(2) \sum_{i=1}^n l_{1i} x_i \leq L_1$$

$$\sum_{i=1}^n l_{2i} x_i \leq L_2$$

$$(3) \sum_{i=1}^n k_i x_i \leq K$$

$$(4) \sum_{i=1}^r m_i^{nc} + \sum_{i=2}^p m_i^c - \sum_{i=1}^m e_i \leq D$$

$$(5) C = \sum_{i=1}^n c_i$$

$$(6) x_i, e_i, c_i, m_i^{nc}, m_i^c \geq 0$$

Nämä rajoitukset koskevat ns. perusvaihtoehtoja. Myöhemmin esitetään kahden muun päävaihtoehdon sisältämät lisärajoitukset.

Merkkien selitykset ovat seuraavat:

x_i = kokonaistuotanto toimialalla i

a_{ij} = panoskerroin, joka sisältää kotimaisen ja kilpaillevan tuonnin panokset. Se osoittaa kuinka paljon toimialan i tuotteita tarvitaan toimialan j yhden tuoteyksikön valmistamiseen

k_{ij} = toimialalta i toimialalle j menevä ~~pääoma~~
tavaroiden arvo (se osa toimialan j pääomamuodostuksesta, joka on peräisin toimialalta i) yhtä tuotosyksikköä kohden

e_i = toimialan i vienti

m_i^c = kilpaileva tuonti toimialalle i

c_i = toimialan i tuotteista yksityiseen kulutukseen menevä osa

g_i = toimialan i tuotteista julkiseen kulutukseen menevä osa

l_{1i} = työntekijöiden ja maataloudenharjoittajien määrä yhtä tuoteyksikköä kohden toimialalla i

l_{2i} = toimihenkilöiden ja omistajien määrä toimialalla i yhtä tuoteyksikköä kohden

L_1 = työntekijöiden ja maataloudenharjoittajien kokonaismäärä

L_2 = toimihenkilöiden ja omistajien kokonaismäärä

k_i = olemassaolevan pääomakannan määrä toimialalla i yhtä tuoteyksikköä kohden

K = olemassaolevan pääomakannan kokonaismäärä

m_i^{nc} = kilpailematon tuonti toimialalle i

D = vaihtotaseen tasapainottava erä

C = yksityiset kulutusmenot

Endogeenisiä muuttujia ovat mallissa seuraavat

- tuotanto toimialoittain

- pääoman muodostus

- vienti

- tuonti sekä kilpaileva että kilpailematon
 - yksityinen kulutus
- eksogeenisiä muuttujia ovat puolestaan
- julkiset kulutusmenot
 - työpanos
 - olemassaoleva((installoitu)) pääomakanta
 - vaihtotaseen tasapainottava erä D

Viimeksi mainittu on eräänlainen politiikkamuuttuja, jolle mallissa annetaan etukäteen tietty tavoitearvo, johon talouspolitiikalla voidaan pyrkiä.

Kuten edellä todettiin toimialoja mallissa on kaikkiaan 34, joiden luokittelu käy selville liitteestä. Keskeisen tarkastelun kohteena oleva teollisuus on jaettu verraten yksityiskohtaisiin toimialoihin. Sen sijaan toimiala 34 muu tuotantotoiminta on tuotannon arvolla mitaten varsin laaja kotimarkkinasektori, johon sisältyvät kauppa, liikenne, rakennustoiminta ja muut palveluelinkeinot. Tämän tarkempi jaottelu ei ollut kiinnostava tämän mallin kannalta, koska pääpaino oli kotimaisen tuotannon ja kilpailevan tuonnin välisen työnjään ja edullisuuden tarkastelu.

Seuraavaksi tarkastellaan esitettyjä rajoituksia ja niiden muodostamistapaa.

Rajoitusepäyhtälöt (I) edellyttävät, että toimialan tuotteiden tarjonta on vähintään yhtä suuri kuin toimialan tuotteiden kysyntä. Tarjontaa edustavat tässä kotimainen tuotanto ja tuonti. Kysyntäkomponentteja ovat

puolestaan välituotekysyntä, vientikysyntä, yksityinen kulutus, julkinen kulutus sekä pääomanmuodostus. Tässä on lähdetty siitä, että tarjonnan rakenteessa sallitaan rakennemuutoksia siten, että tarjonta voi muodostua pelkästään kilpailevasta tuonnista (kotimainen tuotanto lopetetaan kokonaan) tai pelkästään kotimaisesta tuotannosta ja kilpailemattomasta tuonnista (kilpaileva tuonti korvataan kotimaisella tuotannolla kokonaan). Myös mikä tahansa mainittujen vaihtoehtojen yhdistelmä on periaatteessa sallittu.

Työvoimarakojitus (2) on erikseen spesifioitu kahdelle työpanoskategorialle. Näistä toiseen kuuluvat työntekijät ja maataloudenharjoittajat, ja toiseen toimihenkilöt sekä työhön osallistuvat omistajat. Näin on pyritty rajaamaan erialaista ammattitaitoa edustavat työpanosluokat, jotta nähtäisiin miten tehokkaan tuotantorakenteen vallitessa käy erilaisen koulutustaustan omaavan työvoiman työllisyydelle.

Pääoman (3) käsittelymiseksi on ollut esillä useita vaihtoehtoisia menettelytapoja¹⁾. Tässä mallissa päädyttiin kuitenkin menettelytapaan, jossa tarkastellaan erikseen jo olemassaolevaa (installoitua) pääomakantaa sinä ajankautena, jota ohjelmajaksion päätevuosi koskee. Tämän lisäksi käsitellään erikseen uuden pääoman muodostuminen (sekä vanhan pääomakannan kulumiseen tarvittava pääomanmuodostus että pääomakannan lisäämiseen tähtäävä

1 Ks. edellä kappale 3.6.

pääomanmuodostus) päätevuoden aikana. Olemassaolevan pääomakannan käsittely erikseen on perusteltua siksi, että tämä saattaa olla olennainen tekijä kansantalouden rakennemuutosten kannalta.

Toisaalta on myös otettava huomioon pääteajanjakson aikana tapahtuva uuden pääoman muodostuminen, jotta turvattaisiin tasainen kasvu-ura myös suunnitteluperiodin päätyttyä. Pääomanmuodostukselle on lisäksi asetettava lisärajoituksia, koska ilman niitä pääoman muodostusta ei ilmeisesti tapahtuisi lainkaan, koska tavoitefunktiossa esiintyy maksivoitavana suureena vain yksityinen kulutus eikä pääomanmuodostusta haluttu käsitellä eksogeenisenä tekijänä. Tätä pääomanmuodostuksen endogenisointia on selostettu kohdassa 3.6.

Rajoitusepäyhtälö (4) on vaihtotase rajoitus. Vaihtotaseeseen alijäämä D on käsitelty eräänlaisena eksogeenisenä tavoitemuuttujana, jolle voidaan antaa haluttuja arvoja. Myöhemmin tulosten selvittelyn yhteydessä esitetään erisuuruksia vaihtotaseen vajauksia koskevat laskelmat ja erisuuruisten vaihtotasevajausten merkitys lopputulosten kannalta.

Suomen kaltaisessa maassahan ei liene ehdottomasti tarpeellisuudeltaan pyrkimystä tasapainottamaan tavaroiden ja palvelusten ulkomaista vaihtoa.

Yhtälö (5) on ainoastaan määritelmäyhtälö, joka kertoo sen, että yksityiset kulutusmenot ovat eri toimialoilta peräisin olevien yksityisten kulutusmenojen summa.

Rajoitukset (6) määrittelevät muuttujille ei-negatiivisuusehdot, jotka ovat varsin luonnollisia. Toisaalta ne ovat merkityksellisiä mallin ratkaisemisen kannalta, koska käytetty algoritmi edellyttää muuttujilta ei-negatiivisuutta.

Edellä selostettujen perusvaihtoehtoon kuuluvien rajoitusten lisäksi vaihtoehdossa II käytettiin seuraavaa lisärajoitusta:

$$(7) \quad x_j \geq (1 - \mu) \bar{X}_j, \quad j = 1, 2, \dots, n.$$

Tämä rajoitus määrittelee kunkin toimialan tuotannolle määrätyn alarajan, jota pienemmäksi se ei voi mennä ohjelmaperiodin aikana. Tässä μ on se osa ohjelmaperiodin alussa olemassa olevasta pääomakannasta, joka voidaan poistaa ohjelmaperiodin aikana. \bar{X}_j on x_j :n arvo perusvuonna (vuonna 1965). Tällöin siis rajoitukset (7) edellyttävät, että toimialan tuotanto voi vähentyä korkeintaan samassa suhteessa kuin mitä toimialan pääomakannasta tehdään poistoja.

Kolmannessa vaihtoehdossa asetettiin edellisten lisäksi vientimarkkinoiden laajentumista koskevia rajoituksia. Edellähän ei ole mitään estettä kunkin toimialan viennin laajenemiselle periaatteessa miten paljon tahansa samojen vientiolosuhteiden (hintojen) vallitessa. Jotta saataisiin kokemuksia hieman realistisemmista vaihtoehdoista, asetettiin seuraavat rajoitukset:

$$(8) \quad e_i \leq E_i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Vientirajoja E_i määrättäessä käytettiin hyväksi jossa-kin määrin historiallisia kokemuksia. Vientikysynnän spesifioimiseksi olisi ollut ehkä realistisempaa, mutta samalla käytännössä hieman monimutkaisempaa, muodostaa sellainen vientikysyntäfunktio, jossa viennin määrää voidaan lisätä hintoja alentamalla ts. tietystä vientimäärästä saatavia valuuttatuloja vähentämällä. Yksinkertaisuuden vuoksi päädyttiin kuitenkin yllä esitettyihin tiettyä vientikattoa osoittaviin rajoituksiin. Toisaalta Suomen tarjonta maailmanmarkkinoille on useimpien toimialojen tuotteiden osalta niin vähäistä, että Suomen tarjonnan merkittäväkin lisääminen tuskin merkittävästi vaikuttaa tuotteen maailmanmarkkinahintaan. Siksi valittu tapa ei kenties ole kovinkaan epärealistinen.

4. Mallilla suoritettut kokeet ja niiden tulokset

Seuraavassa tarkastellaan mallilla suoritettujen kokeiden tuloksia. Tarkastelun kohteena on lähinnä kolme päävaihtoehtoa.

1) Tilanne, jossa tuotannontekijät oletetaan täysin liikkuviksi ja vientikysynnän kasvu ei aseta mitään rajoituksia toimialoittaisille viennin lisäyksille.

2) Tilanne, jossa toimialan pääomakanta voi vähentyä vain sitä mukaa, kun pääomakannasta suoritetaan poistoja. Vientikysynnän oletetaan käyttäytyvän kuten yllä.

3) Tilanne, jossa edellisen lisäksi toimialoittaiselle viennin lisäykselle asetetaan määrätty yläraja.

Näistä ensimmäinen vaihtoehto on lähinnä hypoteettinen tilanne. Se pyrkii tavallaan mittaamaan ideaalista resurssien allokaatiota tilanteessa, jossa asianomaisen maan tarjonta maailmanmarkkinoille on niin vähäistä, että tarjonnan huomattavakin lisääminen voi tapahtua samoilla ehdoilla kuin lähtötilanteessa.¹⁾ Tässä vaihtoehdossa oletetaan tuotannontekijöiden siirroista toimialalta toiseen aiheutuvat kustannukset nolllaksi.

Toisessa tilanteessa on oletettu toimialan pääomavaranotto sellaiseksi, että eri toimialojen pääomavaranannot eivät voi korvata toisiaan tai eivät ole siirrettävissä toimialalta toiseen. Työvoima on oletettu sekä ammattitaitoisen että ammattitaidottoman työn osalta kuitenkin

¹ Ts. kaikkien tuotteiden osalta maa toimii kuten täydellisesti kilpaileva yritys ts. yrityksen tarjontamäärä ei vaikuta hintaan.

täysin liikkuvaksi sektorista toiseen. Itse asiassa ei kuitenkaan edellytetä työvoimalta suurempaa liikkuvuutta kuin mitä pääomakannassa tapahtuu poistojen ja nettoinvestointien kautta. Tällaisen olettamuksen realistisuus riippuu tietenkin siitä onko tuotannon rakenteellisten muutosten kannalta työvoima yhtä liikkuvaa kuin pääoma. Tästä ei ole kuitenkaan tietoja käytettävissä, jolloin päädyttiin esitetyn olettamuksen käyttämiseen.

Toisessa vaihtoehdossa oletetaan, kuten ensimmäisessäkin, ulkomaiset markkinat maan kannalta edelleen täysin kylläntymättömiksi ts. kaikki mitä kyetään tuottaa voidaan sijoittaa maailmanmarkkinoille samoilla ehdoilla kuin lähtökohtatilanteessakin. Tämä on ilmeisesti edelleen epärealistinen oletus, vaikka kysymyksessä onkin maailmantalouden tarjonnan kannalta varsin vähän merkitsevä maa. Eräiden tuotteiden ja tuoteryhmien kohdalla Suomella lienee kuitenkin sellaista merkitystä maailmankaupan kokonaistarjontaan, että huomattava lisäys saattaa tullakseen markkinoiduksi edellyttää hintojen muuttamista.

Kolmas vaihtoehto on a priori realistisin. Tässä vaihtoehdossa on edellisiin vaihtoehtoihin lisätty oletamus, jonka mukaan kunkin toimialan vientiä voidaan lisätä vain määrättyllä (historiallisesti todetulla) vuosivauhdilla. Toisin sanoen on ajateltu, että vientituotteiden markkinoinnissa syntyy tietyn kasvun jälkeen

sellaisia erityisiä kustannuksia, että viennin kasvattaminen tätä nopeammin ei ole mahdollista. Tämän vuoksi asetettiin viennin kasvulle kullakin toimialalla yläraja. Periaatteessa olisi ollut tietenkin mahdollista muodostaa esimerkiksi paloittain lineaariset vientikysyntäfunktiot siten, että tietyn lisäviennin aikaansaamiseksi olisi alennettava tuotteen hintaa ja samalla siis tuoteyksiköstä saatua valuuttatuloa, mutta tämä olisi edellyttänyt vientikysynnän erityistä tutkimista kunkin sektorin osalta, ja katsottiin, että tähän ei ole ollut mahdollisuuksia tämän tutkimuksen yhteydessä.

Kussakin vaihtoehdossa mallin ratkaisu voidaan tulkita tarkastellun mallin tasapainoratkaisuksi erilaisten mallin ympäristöä koskevien olettamusten vallitessa. Ratkaisu edustaa kuitenkin kokonaistaloudellisesti todellista tasapainotilannetta vain siinä tapauksessa, että siinä käytetty tavoitteenasettelu on konsistentti yksittäisten taloudenpitäjien tavoitteiden kanssa. Koska kysymyksessä on staattinen malli ts. muuttujien eksplisiittisiä aikauria ei tarkastella, voidaan ratkaisu siis tulkita teoreettisen mallin staattiseksi tasapainotilanteeksi.

Staattisen kansantaloustieteen analyysin tutkimuskohteenä on tavallisesti juuri tarkasteltavan mallin tasapainotilanteen olemassaolon tutkiminen ja mahdollisten tasapainoehtojen tutkiminen. Tässä tapauksessa tasapainotilanne on olemassa elleivät asetetut rajoitusepäyh-

tälöt ole keskenään ristiriitaisia, jolloin mitään ratkaisua ei ole tai elleivät rajoitukset määrittele rajoittamatonta joukkoa, jolloin on mahdollista ettei mitään äärellistä tasapainotilannetta ole olemassa.

Suoritettu empiirinen kokeilu osoitti äärellisen tasapainon olemassaolon.

Staattisen analyysin toisena vaiheena on tavanomaisesti komparatiivis-staattinen analyysi, jolloin siis halutaan tutkia mitä tasapainotilanteelle tapahtuu silloin kun joissakin mallin kannalta relevantissa asiantilassa, esimerkiksi eksogeenisten muuttujien tai mallin kertoimissa, tapahtuu muutoksia. Tämän mallin kannalta erityisesti juuri komparatiivis-staattinen analyysi oli varsin mielenkiintoinen. Tämä analyysi on mielenkiintoinen toisaalta talouspolitiikan kannalta ja toisaalta siksi, että voidaan testata mahdollisesti muuttujien arvoissa tai kertoimien arvoissa olevien estimointivirheiden vaikutuksia lopputulokseen.

Kokeilluissa vaihtoehtoissa on suoritettu komparatiivis-staattinen analyysi vaihtotaseen vajauksen ja pääomakannan osalta. Tällaisten analyysien suorittaminen olisi minkä tahansa muun eksogeenisen muuttujan tai kertoimen osalta myöskin periaatteessa mahdollista ns. parametrisen ohjelmoinnin tekniikkaa käyttäen. Tällöin kuitenkin päädytään varsin helposti erittäin suureen tulospateriaaliin, jonka analysoiminen on varsin aikaa vievää puuhaa. Niinpä laskelmien tekemiseen pyrittiin

löytämään a-priori teoreettista perustaa, koska kaikkista mahdollisista parametrintimahdollisuuksista (komparatiivis-staattisista analyyseistä) vain osa on erityisen mielenkiintoisia ja tuo todellisuuden analysoinnin kannalta relevanttia tietoa. Vaihtotase ja pääomakanta ovat a priori varsin mielenkiintoisia tutkimuskohteita. Vaihtotase lähinnä siksi, että nähtäisiin miten herkkiä saadut allokaatoratkaisut ovat vaihtotaseen vajauksen suhteen. Toisin sanoen ovatko ratkaisut erityisen herkkiä juuri ulkomaisen pääoman tuonnin suhteen.

Pääomakannan variointille on kaksi ilmeistä syytä. Ensimmäkin voidaan tarkastella kysymystä, miten erilaiset kokonaissäätämishjelmat (erilainen pääomakannan kasvu) vaikuttaa allokaatoratkaisuihin. Toiseksi on otettava huomioon, että erityisesti pääomakannan estimointiin liittyy tässä vaiheessa erityisen suuria virhemahdollisuuksia, minkä vuoksi on mielenkiintoista selvittää, miten herkkiä saadut ratkaisut ovat mahdollisille pääomakanta-aineistoissa oleville virheille.

Julkisen kulutuksen erilaiset lisäämisvaihtoehdot ja niiden vaikutukset tuloksiin ovat myöskin talouspoliittisesti mielenkiintoisia. Tässä yhteydessä tätä tarkastelua ei kuitenkaan lähdetty enää suorittamaan, koska aineiston käsittelyyn on liittynyt verraten paljon työtä tällaisenaankin. Jatkotutkimukset julkisten kulutusmenojen volyymin erilaisilla kasvuvaihtoehdoilla ovat kuitenkin täysin mahdollisia ja saatavissa lisätyöllä.

Mielekkäintä tällaiset tarkastelut olisi tietenkin liittää johonkin käytännön julkisten menojen lisäämishjelmaan, mutta tällaiset tarkastelut eivät tämän tutkimuksen kannalta ole olleet kaikkein keskeisimpiä. Näin ollen tämä puoli on jätetty mahdollisten jatkotutkimusten varaan.

Seuraavassa tarkastellaan kullakin vaihtoehdolla saatuja tuloksia ensin kutakin erikseen. Tämän jälkeen pyritään vertaamaan saatuja tuloksia keskenään sekä arvioimaan milllaisiin johtopäätöksiin tulosten perusteella saatetaan päätyä.

4.1. Optimintaratkaisun etsimisprosessista

Seuraavassa tarkastellaan pääpiirteittäin sitä prosessia, jolla mallissa päädytään optimintaratkaisuun. Esitys on suppea, koska tässä yhteydessä en ole katsonut tarkoituksenmukaiseksi ryhtyä esittämään perusteellisesti lineaarisen ohjelmoinnin tekniikkaa, josta on runsaasti kirjallisuutta löydettävissä¹⁾.

Lineaarisen ohjelmoinnin teorian mukaan lineaaristen epäyhtälörajoitusten muodostama käypien ratkaisujen joukko on konvekssi²⁾. Kahden muuttujan ongelmassa tilannetta voidaan kuvata kuviolla 4 a. Edelleen teorian mukaan optimintaratkaisu (mikäli sellainen on olemassa) on löydettävissä käypien ratkaisujen joukon kulmapisteestä³⁾. Tällaisia kulmapisteitä ovat kuviossa 4 a pisteet O, A, B, C, D ja E.

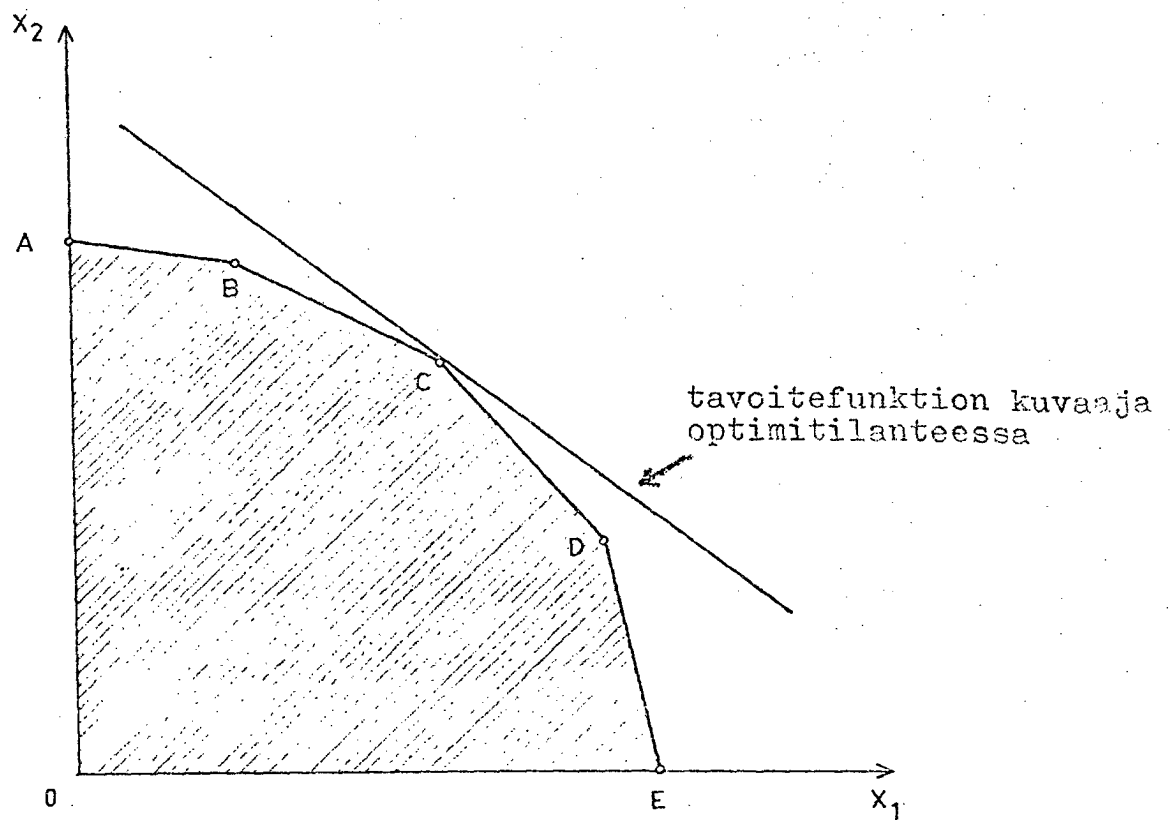
Jos tarkastellaan lineaarisen ohjelmointiongelman aktiviteettivektoreita niin ne voidaan kuvata m -ulotteisen vektoriaravaruuden vektoreina, joita on n kpl. Näistä m lineaarisesti riippumattonta vektoria muodostaa kannan $ko.$ aravaruudessa. Voidaan osoittaa, että kuhunkin käyvän ratkaisualueen kulmapisteeseen liittyy eräs aktiviteettivektoreiden muodostama kantaratkaisu. Kaikki muut aktiviteettiavaruuksien vektorit ja siis myös ongelmassa esiintyvät aktiviteettivektorit voidaan lausua minkä tahansa kannan lineaarisena kombinaationa

1 Esim. Gass [15] ja Hadley [16].

2 Joukko S on konvekssi, jos pisteiden $x_1, x_2 \in S$ konvekssi kombinaatio $\alpha x_1 + (1 - \alpha)x_2 \in S$,
 $0 \leq \alpha \leq 1$.

3 Gass [15] s.47

Kuvio 4a Lineaarisen ohjelmointiongelman käypien ratkaisujen joukko kahden muuttujan (X_1 , X_2) tapauksessa havainnollistettuna



Lineaarisen ohjelmointiongelman ratkaisuteoriassa keskeisenä toteamuksena on se, että optimiratkaisua tarvitsee etsiä ainoastaan käypien ratkaisujen joukon kulmapisteistä. Näin tutkimusongelma helpottuu huomattavasti, kun muista käyvän ratkaisualueen pisteistä ei tarvitse välittää. Näin ollen ratkaisualgoritmin kehittämisessä jää jäljelle kaksi vaihetta

- siirtyminen kulmapisteestä (kantaratkaisusta) toiseen¹⁾
- kulmapisteen (kantaratkaisun) optimaalisuusominaisuuksien tutkiminen.

Nämä vaiheet on kyetty standardisoimaan varsin pitkälle menevästi, mistä johtuen lineaarinen ohjelmointi onkin saavuttanut varsin paljon suosiota osakseen erilaisissa ongelmissa.

Jos tarkastellaan ratkaisun etenemisen laskentamenetelmän toimintaa tässä tutkimuksessa käsiteltävän mallin tapauksessa, tapahtuu optimiratkaisun etsiminen pääpiirteittäin seuraavasti. Aluksi pyritään löytämään jokin käypä ratkaisu siis sellainen, joka täyttää annetut rajoitukset. Tällaiseksi kelpaa esimerkiksi tilanne, jossa ulkomaankauppaa ei käyvä lainkaan (suljettu talous) ja siis tarjonta muodostuu yksinomaan kotimaisesta tuotannosta. Kotimaisen tuotannon taso määräytyy käytettävissä olevien resurssien mukaan siten, että tuotantoa

¹ Kulmapisteeseen liittyy ns. kantaratkaisu, mikä tulee siitä, että kuhunkin kulmapisteeseen liittyy lineaarisen vektoriarvaruuden kanta. Kannan avulla voidaan ilmaista kaikki muut avaruuden vektorit kantavektoreiden lineaarisina kombinaatioina.

ei voida lisätä enää, kun jokin tai useampi tuotannon-
tekijä tulee täysin käytetyksi. Ts. kysymyksessä on jo-
kin käyvän ratkaisualueen kulmapiste. Tämän jälkeen ar-
vioidaan, mitä tapahtuisi tavoitefunktion arvolle, jos
ratkaisuun tuotaisiin mukaan jokin uusi aktiviteetti.
Tämän mukaan tuominen edellyttää kuitenkin alkuperäises-
sä ratkaisussa aktiviteettien tasoihin muutoksia, koska
resurssien oletettiin olevan täydessä käytössä. Jotta
siis jokin uusi toiminta olisi mahdollista on vanhoja
toimintoja sopeutettava siten, että niistä vapautuu
riittävä määrä resursseja. Tämä puolestaan aiheuttaa
tietyn vähennyksen tavoitefunktion arvossa. Tätä vä-
hennystä voidaan verrata siihen tavoitefunktion arvonli-
säykseen, joka saavutetaan uudella toiminnalla¹⁾. Mi-
käli lisäys ylittää vähennyksen eli siis sopeutumisen
hyöty ylittää sopeutumisen kustannuksen, kannattaa sil-
loin ilmeisesti ottaa tarkasteltavana oleva uusi toimin-
to käyttöön. Uutta toimintoa laajennetaan kunnes jokin
aikaisemmin vajaakäyttöinen resurssi tulee täysin käyte-
tyksi (kuviossa 4a siirrytään kulmapisteestä A
kulmapisteeseen B²⁾). Tämän jälkeen suoritetaan uusi
kustannus-hyötyanalyysi ja mikäli löytyy jokin aktivi-
teetti, jossa hyödyt ylittävät kustannukset, otetaan
tämä aktiviteetti mukaan. Samalla jokin toinen aktivi-
teetti jää taas pois käytöstä.

1 Kysymyksessä on ns. simplex-kriteerio teknillisessä
mielessä.

2 Siirrytään kannasta toiseen kantaan teknillisessä mie-
lessä.

Prosessia jatketaan, kunnes on tultu tilanteeseen, jossa kaikkien uusien aktiviteettien tuominen mukaan aiheuttaisi tappiota ts. kustannukset ylittäisivät hyödyt. Kun tähän on päästy, on saavutettu optimiratkaisu. Matemaattiselle simplex-prosessille on saatu näin ollen yllä kuvatun kaltainen tulkinta tarkasteltavana olevassa mallissa.

Edellä kuvattiin optimiratkaisun etsimisprosessia ikäänkuin eräänlaisena sopeutusproblemana. Tässä jonkin uuden tuotannonalan käynnistäminen vaatii tuotannontekijöiden määrän ollessa kiinteitä tuotannontekijöiden vapauttamista sen vanhan tuotannon piiristä. Sen seikan toteaminen onko uusi tuotannonala kannattava vai ei perustui siis eräänlaisten sopeutushyötyjen ja sopeutuskustannusten vertaamiseen. Uuden tuotannon aloittaminen tuo tietyn sopeutushyödyn ja vastaavasti vanhan tuotantorakenteen sopeuttaminen uuteen tilanteeseen aiheuttaa tietyn sopeutuskustannuksen. Mikäli siis hyöty todettiin suuremmaksi kuin kustannus, voitiin siirtyä käyttämään uutta tuoteaktiiviteettia.

Optimiratkaisun etsimisprosessi voidaan tulkita kuitenkin myös hieman toisesta näkökulmasta, jossa tarkastelun kohteena on hintajärjestelmän toiminta. Jokaiseen kantarakkaisuun ja sen mukaiseen aktiviteettirakenteeseen liittyy tietty duaalirakenne, joka määrää järjestelmän hinnat. Näitä hintoja voidaan kutsua järjestelmän sisäisiksi laskennallisiksi hinnoiksi tai varjohinnoiksi. Näitä

hintoja voidaan kuvata karkeasti siten, että ne ovat sellaiset hinnat, joiden kautta tuotannon arvo jakaantuu kokonaisuudessaan tuotannontekijöille. Ts. kun tuotannontekijät synnyttävät tietyn määrän tuotantoa, niin nämä tuotannontekijät ovat arvoltaan aikaansaadun tuotannon arvoisia, ei enempää eikä vähempää. Tuotannon arvo voidaan jakaa tuotannontekijöille hintojen välityksellä siten, että hinnat heijastavat tuotannontekijöiden suhteellisia niukkuuksia.

Jos merkitään resurssivektoria kantaratkaisussa r^k :lla, vastaavaa aktiviteettimatriisiä A^k :lla ja aktiviteettien tasoja tässä ratkaisussa x^k :lla, on voimassa ensinnäkin

$$r^k = A^k x^k$$

Toisaalta tämä ratkaisu implikoi vektorin p^k , joka voidaan tulkita em. kantaratkaisuun liittyväksi varjohintavektoriksi. p^k määräytyy seuraavan yhtälöryhmän ratkaisuna:

$$t^{k'} = p^{k'} A^k$$

jossa t^k on vektori, johon kuuluvat niiden muuttujien kertoimet tavoitefunktiossa, jotka ovat mukana kantaratkaisussa k .

$t^{k'}$ ja $p^{k'}$ ovat t^k :n ja p^k :n transpooseja.

Voidaan todeta, että

$$t^{k'} x^k = p^{k'} A^k x^k = p^{k'} r^k$$

eli resurssien arvo varjohinnoilla mitattuna $p^{k'} r^k$ on yhtä suuri kuin tuotannon arvo $t^{k'} x^k$.

Näin saatuja varjohintoja käyttäen voidaan määrätä muiden kuin kantaratkaisussa mukana olevien aktiviteettien yksikkökustannukset. Näitä voidaan verrata vastaavien aktiviteettien yksikkötuottoihin. Mikäli yksikkötuotto on suurempi kuin varjohinnoin arvioidut yksikkökustannukset, ei voimassa oleva kantaratkaisu ole optimaalinen vaan ohjelmaan kannattaa tuoda mukaan sellainen aktiviteetti, jossa em. yksikkötuotto on suurempi kuin yksikkökustannukset. Tämä operaatio muuntaa kantaratkaisun toiseksi kantaratkaisuksi. Samalla operaatio muuttaa myös varjohintavektoria. Voidaan todeta, että hintajärjestelmä on sidoksissa vallitsevaan tuotantorakenteeseen (resurssien tarjonnan pysyessä muuttumattomana) ja mikä tahansa muutos tuotantorakenteessa muuttaa tuotantokijöiden suhteellisia niukkuuksia ja siis tämän niukkuuden osoittajia, hintoja. Ts. kun vektori x^k muuntuu vektoriksi x^{k+1} , muuntuu samalla vektori p^k tästä poikkeavaksi vektoriksi p^{k+1} .

Optimiratkaisun etsimisprosessi voidaan nyt tulkita prosessiksi, jossa kansantalous tutkii kulloinkin vallitsevan varjohintajärjestelmän vallitessa, onko olemassa jokin aktiviteetti, jossa yksikkötuotot ylittävät yksikkökustannukset. Mikäli tällainen aktiviteetti on olemassa kansantalouden rakennetta muutetaan, kunnes uusi kantaratkaisu on saavutettu. Tässä vaiheessa suoritetaan jälleen uudessa kantaratkaisussa mukana olemattomien aktiviteettien tuottoanalyysi. Kansantalouden rakenne-

muutos jatkuu kunnes kaikki kustannukset ylittävät tuot-
tojen lisäämismahdollisuudet on loppuun käytetyt eli
kansantalous saavuttanut tasapainotilan, optimiratkai-
sun.

Tarkastellaan vielä edellisen perusteella lyhyesti ko-
timaisen tuotannon ja tuonnin välistä valintaongelmaa
varjohintoja käyttäen.

Toimialan i tuotantokustannukset ovat

$$\sum_{j=1}^n a_{ji} P_j + l_i w_i + k_i \cdot r_i = TC_i; \quad i = 1, 2, \dots, n$$

jossa

P_j = toimialan j tuotannon varjohinta

w_i = työpanoksen varjohinta toimialalla i

r_i = pääomapanoksen varjohinta toimialalla i

TC_i = tuotantokustannukset yksikköä kohden toimialalla i .

Dineaarisen ohjelmointiteorian mukaan

$$TC_i = P_i, \text{ kannassa oleville toimialoille.}$$

Toisinsanoen tuotetun hyödykkeen tuotantokustannukset
yksikköä kohden varjohinnoilla mitattuna ovat yhtä suu-
ret kuin tuotteen varjohinta.

Valinta kotimaisen tuotannon ja tuonnin kesken tapahtuu
mallissa siten, että valitaan se hyödykkeen tarjonnan
lähde, jonka kustannus varjohinnoilla mitattuna on pie-
nempi. Jos hyödykkeen i tuontikustannusta varjohinnoilla
mitattuna merkitään lyhyesti IC_i :llä, niin mallissa
haetaan

$$\min_i \begin{cases} IC_i \\ TC_i \end{cases} = \sum_{j=1}^n a_{ji} p_j + l_i w_i + k_i r_i$$

ja valitaan tätä minimiä vastaava aktiviteetti hyödykkeen tarjonnan lähteeksi.

Mallin rajoitukset on laadittu siten, että jompikumpi tarjonnan lähde, kotimainen tuotanto tai vastaava kilpailleva tuonti, on mukana käyvässä kantaratkaisussa.

4.2. Vaihtoehto I

Tämä vaihtoehto on ns. täydellisen erikoistumisen vaihtoehto. Jo a priori oli pääteltävissä, että vienti ja kotimainen tuotanto tulevat keskittymään harvoihin toimialoihin.¹⁾ Tässä vaihtoehdossahan työvoima ja pääoma oletettiin täysin liikkuviksi eikä ulkomaiselle kysynnälle asetettu rajoituksia. Etukäteen oli varsin todennäköistä ns. ricardolainen täydellisen erikoistumisen ratkaisu tässä tapauksessa. Mielenkiintoista oli lähinnä se, mikä tai mitkä ovat ne toimialat, joihin annetuilla tuotannontekijäsuhteilla ideaalinen erikoistuminen johtaa. Liitetaulukossa 4 nähdään saadut tulokset. Tuloksena oli, että ainoaksi vientiä harjoittavaksi toimialaksi osoittautui teknokemiallinen teollisuus. Kotimaista tuotantoa esiintyy tämän toimialan tuotannon lisäksi maa- ja metsätaloudessa, graafisessa teollisuudessa sekä toimialalla 34 luonnollisesti. Nämä kaksi viimeksi mainittua toimialaa olikin määritelty tyypilliseksi kotimarkkinatoimialaksi, jolla ei ole mahdollisuuksia laajamittaiseen vientiin ja jota ei voida korvata tuonnilla.

Tässä ensimmäisessä kokeilussa vaihtoehdossa saavutettu tulos on teoreettisesti kiinnostava lähinnä seuraavasta syystä. Jos merkitään tässä vaihtoehdossa saavutettua kulutustasoa C_I :llä ja vastaavana ajankohdana

¹ Rajoitusten lukumäärä tässä vaihtoehdossa oli 38 ja muuttujia 99. Lineaarisen ohjelmointiteorian mukaan optimiratkaisussa on korkeintaan 38 muuttujaa positiivisia.

toteutunutta todellista kulutustasoa C:llä, voidaan määritellä seuraava mitta

$$(A) \quad \frac{C_I}{C}$$

Tämän voidaan ajatella mittaavan maksimaalista hyvinvointitason lisäystä, mikä kansantaloudessa voidaan saavuttaa puhtaasti allokaatiopoliittisten toimenpiteiden avulla. Tämä mittaa siis periaatteessa resurssien allokaation tehokkuutta staattisissa olosuhteissa. Samalla se antaa viitteitä siitä, millaiset ovat puhtaasti allokaatiopoliittisten toimenpiteiden mahdollisuudet teoriassa. Käytännössä mahdollisuudet ovat aivan ilmeisesti huomattavasti vähäisemmät, kuten seuraavassa muuta vaihtoehtoja koskevassa tarkastelussa voidaan todeta. Tulokseksi saatiin, että kokonaiskulutuksen taso tässä vaihtoehdossa oli n. 34 o/o eli kolmanneksen arvioitua todellista kulutustasoa korkeampi. Ts. mitta (A) saa arvon 1.34.

Vaikka vaihtotaseen vajauksen suhteen suoritettulla parametroidilla ei tässä vaihtoehdossa olekaan kovin suurta mielenkiintoa, se toi kuitenkin esille erään mielenkiintoisen seikan. Vaihtotaseen vajauksen lisäksi nimittäin johti tässä tapauksessa lievään työttömyyden kasvuun. Tähän ilmiöön palataan myöhemmin tarkasteltaessa vaihtotaseen vajauksen suhteen suoritettua komparatiivista staattista analyysia vaihtoehto II:n yhteydessä.

4.3. Vaihtoehto II

Kun tarkasteluperiodi on viisi vuotta, on ilmeistä että esimerkiksi periodin alussa oleva pääomakanta eri toimialoilla on varsin merkittävä tekijä, kun tarkastellaan rakennemuutosten mahdollisuutta. Tuotantokapasiteetin lisäämisen ylärajan määrää periodin aikana tapahtuva säästäminen. Toimialan tuotantokapasiteetin vähenemiseen vaikuttavat toisaalta poistot ja toisaalta reallokointimahdollisuudet. Todellisuudessa mahdollisuudet reallokoida olemassaolevaa pääomaa toimialalta toiseen ovat suhteellisen rajoitetut. Mikäli taas halutaan säilyttää olemassaolevan pääoman täyskäyttöisyys kullakin toimialalla, tuotantokapasiteetin suurimman mahdollisen vähenemisen määrää tällöin pääomakannasta tehtävät poistot. Vaihtoehto II:ssa haluttiin nimenomaan ottaa huomioon nämä edellä mainitut olemassaolevaa pääomakantaa koskevat rajoitukset. Tämä tapahtui siten, että kunkin toimialan tuotannolle määrättiin edellä luvussa 3.8. mainitut alarajat. Tässä arviointiperusteena käytettiin liiketaloudellisista poistoista saatavissa olevia tietoja. Tämä saattaa liioitella uudelleenallokointimahdollisuuksia, koska ilmeisesti eräissä tapauksissa liiketaloudelliset poistot todellisuudessa ylittävät tuotantokapasiteetin vähenemisen. Toisaalta on kuitenkin otettava huomioon, että olemassaolevaa pääomakantaa voidaan siirtää toimialalta toiseen (esimerkiksi rakennukset ovat eräissä tapauksissa helposti siirrettävissä). Tämä puolestaan lisää real-

lokointimahdollisuuksia, joten tarkempien tietojen puuttuessa on vaikea sanoa ovatko asetetut alarajat liian suuria tai liian pieniä.

Jos tässä vaihtoehdossa saavutettua laskennallista kulutustasoa merkitään C_{II} :lla, niin voidaan määritellä seuraava B-mitta:

$$(B) \quad \frac{C_{II}}{C}$$

Tämä mittaa maksimaalista hyvinvoinnin lisäystä, joka on mahdollista saavuttaa allokaatiotoimenpiteillä sellaisessa tapauksessa, jossa vientimarkkinoiden kasvulle ei ole asetettu rajoituksia.

Kokonaiskulutuksen taso putosi tässä vaihtoehdossa varsin huomattavasti edelliseen verrattuna. Tässä vaihtoehdossa saavutettu kokonaiskulutuksen taso oli enää noin 9 o/o korkeampi kuin mitä sen arvioitiin olleen todellisuudessa v. 1970.

Tuotantotoiminnalle asetettujen alarajojen vuoksi kaikilla toimialoilla esiintyy positiivista tuotantoa.¹⁾

Vienti keskittyy edelleen varsin voimakkaasti, tällä kertaa vientitoimialoja on neljä: muu puuteollisuus, selluloosateollisuus, paperiteollisuus ja kumiteollisuus. Näistä viimeksi mainittu on kuitenkin merkittävin vientitoimiala. Samanaikaisesti selluloosa- ja paperiteollisuus toimisivat tuotannon alarajoilla, mikä siis

¹ Ks. liitetäulu 4 .

merkitsisi näiden traditionaalisten vientitoimialojen tuotannon supistamista.

Kilpailevaa tuontia esiintyi 17 toimialalla. Varsin mielenkiintoista oli todeta, että perusvaihtoehdossa kaikki perustuotannontekijät, molemmat työvoimaluokat ja pääomakanta olivat täystyöllistettyjä.

Parametrointikokeissa saavutettiin eräitä mielenkiintoisia tuloksia.

Pääomakannan parametointi eli komparatiivis-staattinen analyysi pääomakannan suhteen vaikutti selvästi tuloksiin. Pääomakannan pienentäminen vähensi lisääntyvällä nopeudella kokonaiskulutuksen tasoa. Pääomakannan pienentäminen 150 mrd. mk:sta 140 mrd. mk:aan aiheutti mm. sen, että maataloustuotanto putosi alarajalleen. Tämä viittaa siihen, että maataloustuotanto on epätaloudellista olosuhteissa, joissa pääomaa työhön verrattuna on vain suhteellisen niukasti saatavissa. Pääomakannan pienentyminen mainitulla määrällä aiheutti myös sen, että työntekijöiden ja maataloudenharjoittajien työttömyys kohosi 110 000 työvuoteen. Tilanne, jossa pääomakanta on 140 mrd.mk. vastanee lähemmin todellista pääomakannan suuruutta kuin tilanne, jossa kanta on 150 mrd.mk, koska tämän hetken Suomessa näyttää vallitsevan pysyvä rakennetyöttömyystilanne. Siksi on mielenkiintoista tarkastella, mitkä toimialat toimivat tässä ratkaisussa tuotannon alarajalla (tehokas ratkaisu edellyttää siis niiden supistamista maksimivauhtia) ja mitkä taas vaihtoehto II:n rajoituksilla osoittautuvat taloudellisesti

kannattaviksi toimialoiksi.

Tuotannon alarajalla toimivat seuraavat toimialat:

- maatalous
- tekstiiliteollisuus
- muu puuteollisuus
- selluloosateollisuus
- paperiteollisuus
- tyyppi- ja lannoiteteollisuus
- väri- ja vernissateollisuus
- muu kemian teollisuus
- kiviöljyteollisuus
- kivi-, savi-, lasi- ja kivenjalostusteollisuus
- raudan ja teräksen perusteollisuus
- muu metallien perusteollisuus
- muu sähköteknillinen teollisuus
- muu kulkuneuvoteollisuus
- muoviteollisuus

Tehokkaita toimialoja ovat puolestaan ratkaisun mukaan:

- metsätalous
- elintarviketeollisuus
- vaatetus- ja ompeluteollisuus
- kenkäteollisuus
- nahkateollisuus
- sahateollisuus
- huonekalu- yms. teollisuus
- muu paperiteollisuus

- graafinen teollisuus
- kumiteollisuus
- teknokemiallinen teollisuus
- metallituoteteollisuus
- sekalainen metallituoteteollisuus
- koneteollisuus
- heikkovirtalaiteteollisuus
- laivateollisuus
- henkilöauto- ja muu autoteollisuus
- muu tehdasteollisuus

Näiden lisäksi määritelmällisesti tehokkaita ovat kotimarkkina toimialat: kauppa, liikenne, palvelukset.

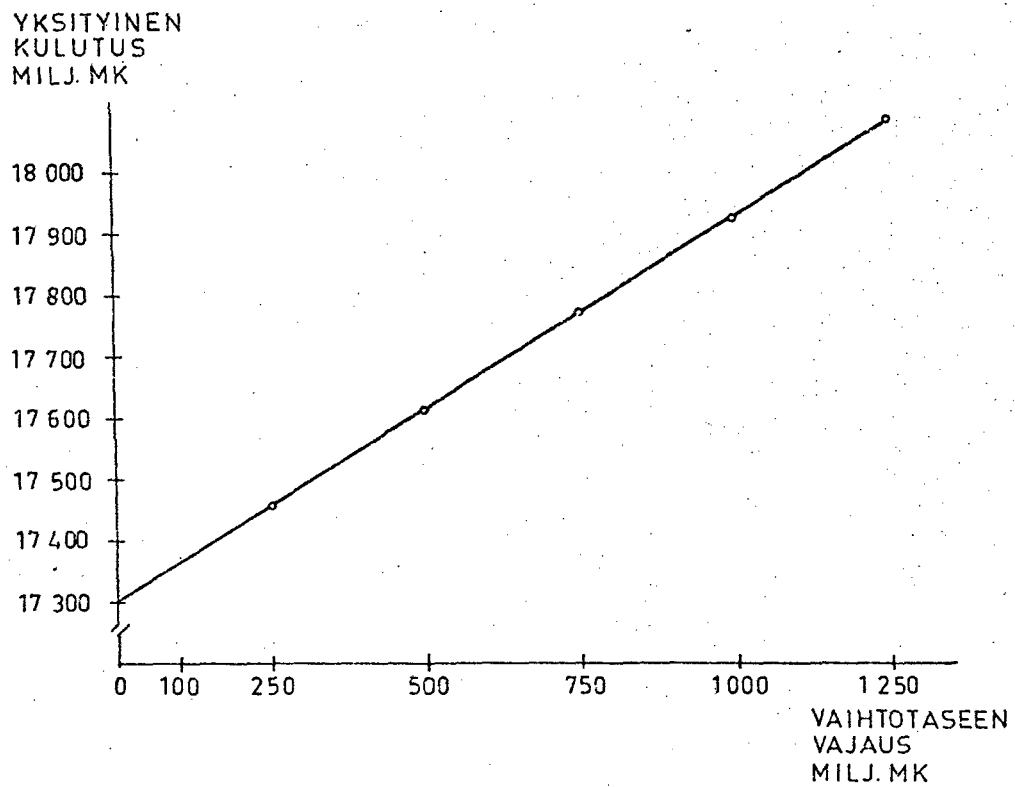
Ratkaisu antaa jonkin verran tukea niille väittämille, joita talouselämän rakenteesta on esitetty. Kansantaloudellisesti tehottomien toimialojen kategoriaan on maatalouden lisäksi joutunut yleensä kaikki perusteollisuuden toimialat sekä tekstiilien, puun, mineraalien että metallien aloilla. Näillä toimialoilla pääoman tarve on suhteellisen suuri, suhteellisen vähän koulutusta omaavan työvoiman kysyntä heikkoa mutta sensijaan pitkälle koulutetun työvoiman kysyntä verraten runsasta.

Yhteenvedonomaaisesti voidaan todeta, että vaihtoehto II:n mukaan suoritetut laskelmat tukevat sitä näkemystä, että kansantaloudellisesti voimakas perusteollisuuden ekspansio ei ole ollut paras mahdollinen taloudellisen kasvun tie vaan että niukkoja pääomavaroja olisi

voitu tehokkaammin käyttää useilla jalostetuimpia tuotteita valmistavilla toimialoilla. Tulokset ovat luonteeltaan luonnollisesti vain viitteitä antavia, eivät suinkaan esitetyn väitteen suhteen lopullisia. Tähän kysymykseen palataan luvussa 4.5.

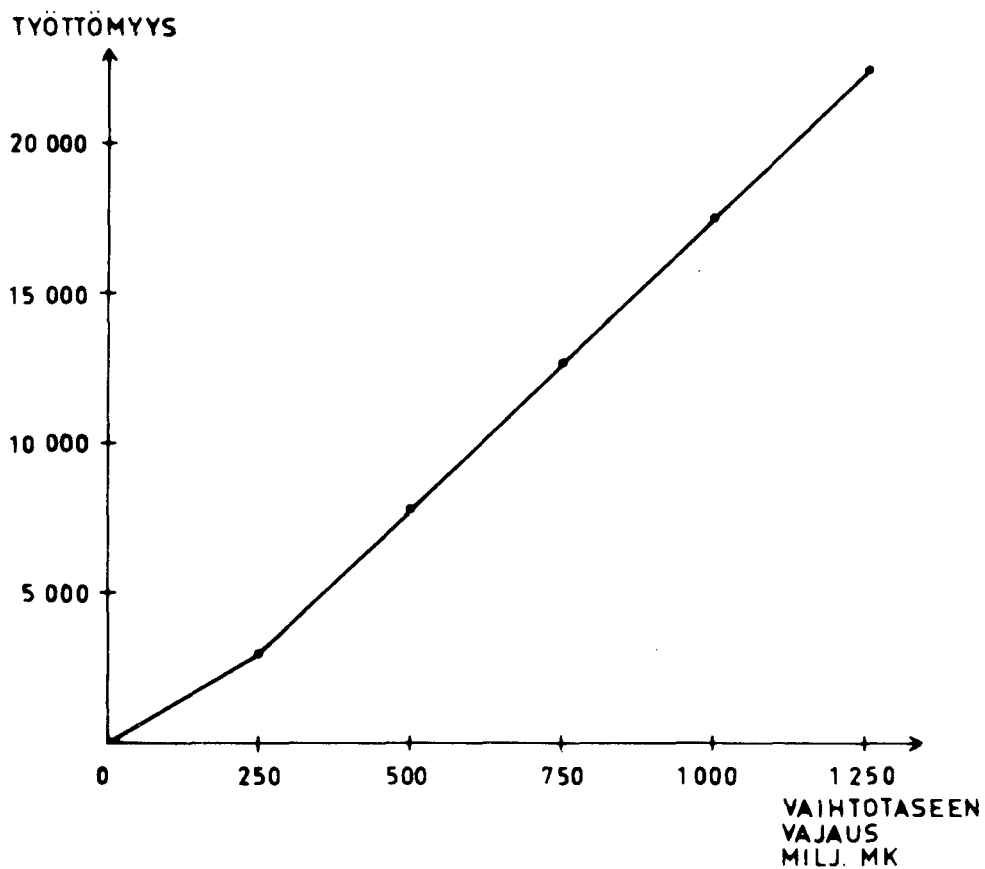
Vaihtotaseella suoritettu komparatiivis-staattinen analyysi osoitti, että kansantalouden rakenne ei näyttäisi olevan erityisen herkkä vaihtotaseen vajauksen suhteen. Vaikutukset kokonaiskulutuksen tasoon sekä työllisyyteen olivat verrattain huomattavat. Vaihtotaseen vajauksen ja kulutuksen välistä riippuvuutta valaisee oheinen kuvio. Riippuvuus on tarkastellulla vaihtotaseen vajauksen vaihteluvälillä lineaarinen. Tämä johtuu siitä, että optimikantaratkaisussa ei tapahtunut tässä tapauksessa muutoksia. Vaihtotaseen vajauksen kohoaminen nolosta 1250 milj. mk:aan kohotti (ceteris paribus) kokonaiskulutuksen tasoa n. 750 milj. mk. Tämä siis viittaa siihen, että yhden tuontiyksikön lisäys aiheuttaa 0.6 yksikön lisäyksen kulutukseen tuotantotekijöiden määrän säilyessä muuttumattomana. Todellisuudessa vuosina 1964 - 68 yhden yksikön tuonnin lisäystä vastasi karkeasti kahden yksikön lisäys yksityisissä kulutusmenoissa, mutta em. lukuja ei voida sellaisenaan verrata keskenään, koska jälkimmäisessä tapauksessa tuotantotekijöiden määrän muutos on vaikuttanut kehitykseen.

Kuvio 6: VaihTOTaseen vajauksen ja yksityisen kulutuksen välinen riippuvuus



Varsin mielenkiintoinen tulos saatiin vähemmän koulutusta saaneiden työttömyyden ja vaihtotaseen vajauksen välisen riippuvuuden tutkimuksesta. Saadut tulokset ovat nähtävissä kuviosta 7 . Voidaan todeta, että vajauksen lisäys lisää työttömyyttä, ceteris paribus. Jokainen miljoonan markan lisäys lisää vähemmän koulutusta saaneiden työttömyyttä noin 20 työvuodella. (1000 milj. mk:n vajaus aiheutti työttömyyden lisääntymisen 19 000 työvuodella). Sen sijaan enemmän koulutusta saaneen työvoiman täystyöllisyyteen vaihtotaseen vajauksen lisääminen ei vaikuta. Tämän mallin antamien tulojen perusteella ulkomaisella lainapääomalla rahoitettu tuonti (tuonti - vienti) näyttää siis vaikeuttavan työllisyyden hoitamista. Tulos on varsin varteenotettava, mutta vaatisi ilmeisesti vielä lisätutkimusta.

Kuvio 7: Vaihtotaseen vajauksen ja työntekijöiden sekä maataloudenharjoittajien työttömyyden välinen riippuvuus komparatiivis-staattisen analyysin perusteella



4.4. Vaihtoehto III

Vaihtoehdossa III lisättiin vaihtoehto II:een viennin kasvua koskevat ylärajaehdot.¹⁾ Lähdettiin siitä, että vientimarkkinat voivat kullakin toimialalla markkinointitms. syistä johtuen kasvaa vain tietyn määrän vuotta kohden. Asiaa koskevien selvitysten puuttuessa on jonkin verran vaikeata määrätä, mikä kunkin toimialan kohdalla on vientimarkkinoiden imukyky. Tässä ajateltiin, että ensimmäinen karkea arvio tästä saadaan tarkastelemalla aikaisemmin toteutunutta viennin kasvua. Tältä pohjalta suoritettiin eräitä kokeita, mutta ne osoittivat, että näin määriteltynä kokonaisviennin kasvu jää huomattavasti pienemmäksi kuin mitä toteutunut viennin kasvu on ollut, koska tässä mallissa tapahtuu viennin keskittymistä muutamiin harvoihin tuoteryhmiin. Niinpä seuraavissa laskelmissa toimialoittain arvioituja ylärajoja nostettiin historialliseen kasvuun verrattuna. Periaatteessa rajoitukset voitaisiin määrätä kenties parhaiten suorittamalla asiantuntijaselvitys vientimarkkinoiden laajentumismahdollisuuksista toimialoittain, mutta tällaiseen laajaan selvitykseen ei tämän tutkimuksen yhteydessä ollut mahdollisuuksia. Näin ollen päädyttiinkin suhteellisen mekaniseen ylärajojen määrittelytapaan. Jos tarkastellaan saatuja tuloksia tilanteessa, jossa

I Ks. luku 3.8.edellä.

pääomakannan suuruus on 140 mrd. mk, voidaan todeta seuraavat tulokset.

Kokonaiskulutuksen tasoon vientirajojen mukaan ottaminen ei vaikuttanut kovinkaan paljon. Koko yksityisten kulutusmenojen kokonaistaso jäi vain pari prosenttia alemmalle tasolle kuin vaihtoehdossa II.

Jos merkitään tässä vaihtoehdossa saavutettua kulutustasoa C_{III} :lla, voidaan edellä esitettyyn tapaan määrittellä mitta

$$(C) \quad \frac{C_{III}}{C}$$

Tämä voidaan tulkita siksi hyvinvoinnin lisäykseksi, mikä voidaan saada aikaan pelkästään allokaatiopoliittisilla toimenpiteillä tilanteessa, jossa vientimarkkinoiden laajenemiskyky on rajoitettu. Suoritetut laskelmat osoittivat (C):n suuruudeksi n. 1.04 eli optimaalinen kulutustaso olisi noin 4 o/o todellista korkeampi.

Työntekijöiden ja maataloudenharjoittajien työttömyys on tässä tilanteessa n. 79 000 työvuotta. Mielenkiintoinen havainto on se, että työllisyystilanne tässä vaihtoehdossa on parempi kuin edellisessä. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että maatlous ei tässä vaihtoehdossa supistu mahdolliseen alarajaansa saakka.

Tuotannon supistuminen asetetulle alarajalle saakka tapahtui tässä ratkaisussa seuraavilla toimialoilla:

- selluloosateollisuus
- paperiteollisuus
- tyyppi- ja lannoiteteollisuus
- muu kemian teollisuus
- kiviöljyteollisuus
- muu metallien perusteollisuus
- muu sähköteknillinen teollisuus

Tämä tulos vahvistaa vaihtoehto II:ssa saatua tulosta, jonka mukaan eräät perusteollisuuden toimialat näyttäisivät olevan kansantaloudellisesti suhteellisen kannattamattomia. Tähän palataan jatkossa seuraavassa luvussa.

Tehokkaita toimialoja puolestaan tässä ratkaisussa ovat:

- maatalous
- metsätalous
- elintarviketeollisuus
- tekstiiliteollisuus
- vaatetus- ja ompeluteollisuus
- kenkäteollisuus
- nahkateollisuus
- sahateollisuus
- muu puuteollisuus
- huonekalu- yms. teollisuus
- muu paperiteollisuus
- graafinen teollisuus
- kumiteollisuus
- väri- ja vernissateollisuus

- teknokemiallinen teollisuus
- kivi-, savi-, lasi- ja kivenjalostusteollisuus
- raudan- ja teräksen perusteollisuus
- metallituoteteollisuus
- sekalainen metallituoteteollisuus
- koneteollisuus
- heikkovirtalaiteteollisuus
- laivateollisuus
- autoteollisuus
- muu kulkuneuvoteollisuus
- muoviteollisuus
- muu tehdasteollisuus

Vientitoimialojen lukumäärä on myös kasvanut tässä ratkaisussa. Ylärajaan saakka ovat kasvaneet seuraavien toimialojen vienti:

- metsätalous
- vaatetus- ja ompeluteollisuus
- kenkäteollisuus
- nahkateollisuus
- muu puuteollisuus
- huonekalu- ja rakennuspuusepänteollisuus
- muu paperiteollisuus
- kumiteollisuus
- teknokemiallinen teollisuus
- heikkovirtalaiteteollisuus

Ehkä jonkin verran mielenkiintoinen havainto on se, että mainitut toimialat ovat olleet viime vuosina ns. uusia vientitoimialoja. Näiden toimialojen lisäksi vientiä esiintyy myös saha-, selluloosa- ja paperiteollisuudessa. Näissä on kuitenkin kysymyksessä sen ylijäämän vienti, joka jää kotimaisen kysynnän yli kun tuotantoa ei voida supistaa riittävän nopeasti.

Kilpaileva tuonti keskittyy tässä ratkaisussa varsin harvoihin toimialoihin. Nämä ovat:

- maatalous
- typpi- ja lannoiteteollisuus
- muu kemian teollisuus
- kiviöljyteollisuus
- muu metallien perusteollisuus
- muu sähköteknillinen teollisuus

Pääasiassa kysymyksessä ovat ne toimialat, joiden tuotanto olisi osoittautunut tässä vaihtoehdossa kansantaloudellisesti tehottomaksi.

Pääomakannan pienenemisellä on tässä tapauksessa sellainen vaikutus, että kansantaloudellisesti kannattavien toimialojen lukumäärä vähenee, (27:stä 21:een), ylärajaan saakka laajenevat vientitoimialat samoin (10:stä kuuteen) kilpaileva tuonti laajenee uusille toimialoilta (kuudesta yhdeksään) ja työttömyys kasvaa. Pääomakannan väheneminen 140 mrd. mk:sta 130 mrd. mk:aan aiheuttaa työttömyyttä kummassakin työvoimaluokan piirissä. Tuo-

tannon rakenne lähestyy tässä tilannetta, joka muistuttaa vaihtoehto II:ssa saatua tulosta. Tehokkaat toimialat osoittautuvat suurinpiirtein samoiksi.

4.5. Eräitä yhteisiä johtopäätöksiä saaduista koetuloksista

Seuraavassa tarkastellaan yhteenvedonomaaisesti saatuja koetuloksia.

Ensinnäkin voidaan todeta, että maksimaalinen resursien allokaation tehokkuua merkitsisi tutkimuksissa käytetyn mallin mukaan yksityisiin kulutusmenoihin noin kolmanneksen lisäyksen toteutuneeseen tasoon verrattuna. Tämä sillä edellytyksellä, että olemassaolevaa tuotantokapasiteettia voitaisiin vapaasti siirtää toimialalta toiseen.

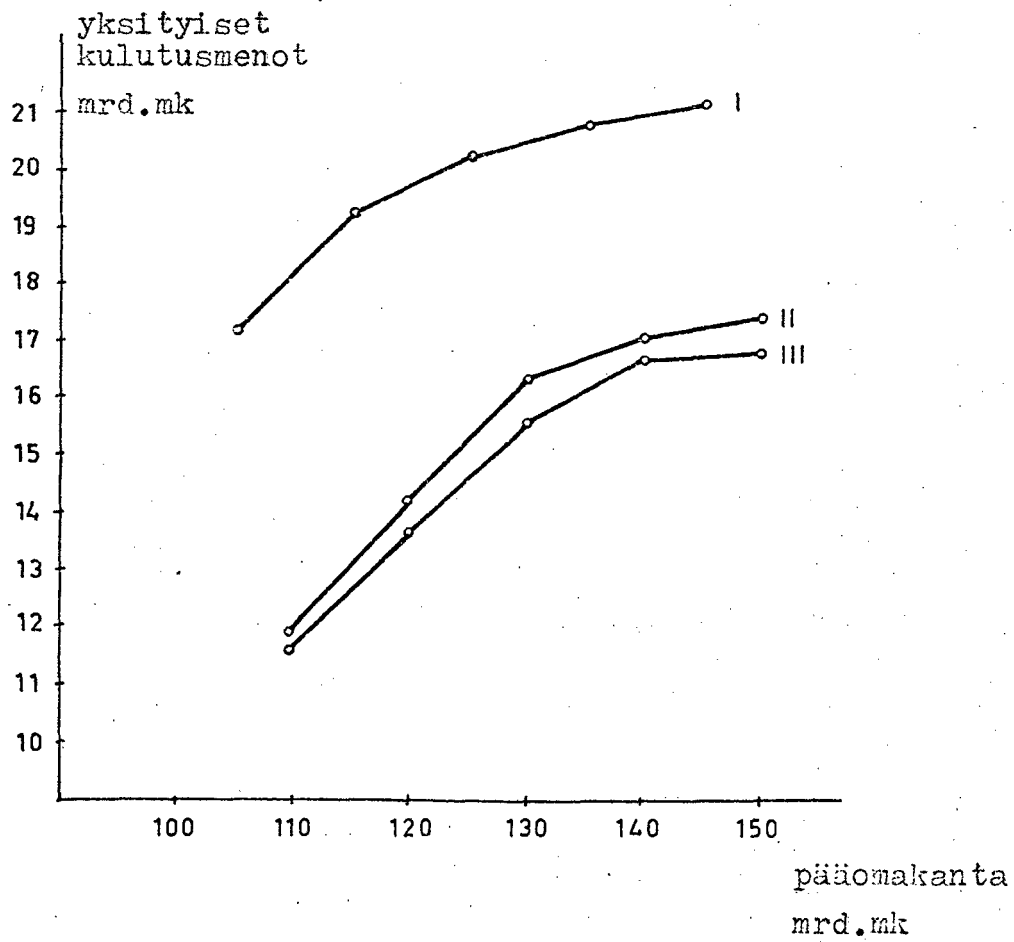
2) Allokaatiopolitiikan mahdollisuudet keskipitkän ajan (n. viisi vuotta) kuluessa ovat kuitenkin huomattavasti rajoitetumpia, kun otetaan huomioon se, että lähtökohdatilanteessa olemassaolevaa tuotantokapasiteettia ei voida siirtää toimialalta toiseen. Kun tämä otetaan huomioon, allokaation tehostaminen näyttäisi kokeiden mukaan maksimitapauksessa kohottavan kulutusta keskipitkällä suunnitteluperiodilla selvästi alle kymmenen prosentin toteutuneeseen verrattuna. (Tehokkain mahdollinen allokaatio kapasiteetin käyttöä koskevin lisärajoituksin tuottaa yksityisiin kulutusmenoihin n. 9 o/o:n kasvun toteutuneeseen tilanteeseen verrattuna.)

3) Vientimarkkinoiden laajentumista koskevat lisärajoitukset eivät enää sanottavasti vaikuta saavutettujen koko yksityisten kokonaiskulutusmenojen tasoon siihen tilanteeseen verrattuna, jossa on otettu huomioon vain olemassaolevan kapasiteetin liikkuvuutta koskevat rajoitukset.

- 4) Vientimarkkinoiden laajentumisrajoitukset vaikuttavat kuitenkin varsin olennaisesti kotimaisen tuotannon rakenteeseen. Vientirajoitusten lisääminen lisää niiden toimialojen lukumäärää, joiden toiminta on kansantaloudellisesti kannattavaa ja samalla tuo teollisuuden tuotantorakenteen lähelle toteutunutta (ks. liitetaulu 2).
- 5) Rajoitusten lisääminen vähentää tai ei ainakaan lisää tavoitefunktio arvoa. Tämä on ohjelmointiteorian mukainen tulos ja vastaa Samuelsonin esittämää Le Chatelierin yleistettyä periaatetta.¹⁾ Olennaisimmat rajoitukset tarkastellussa mallissa näyttävät olevan rakennetun tuotantokapasiteetin käyttöä koskevat rajoitukset. Vientirajoitusten lisääminen ei enää tavoitefunktion saavuttaman arvon kannalta näyttelee merkittävää osaa. (Ks. kuvio 8)
- 6) Kansantalouden rakenne näyttäisi olevan sellainen, että työntekijät ja maatalouden harjoittajat joutuvat herkemmin työttömiksi kuin toimihenkilöt. Työttömyysaste on pääomakannasta riippuvainen myös mallin mukaan lasketuissa tehokkaissa ratkaisuisissa. Annetulla pääomakannalla työntekijöiden ja maataloudenharjoittajien työttömyys on selvästi suurempi kuin toimihenkilöiden työttömyys. Todennäköisesti oikeimman pääomakannan tapauksessa kansantalouden tehokas tuotantorakenne on sellainen, että n. 80 000 työvuotta jää käyttämättä (vaihtoehto III). (kuvio 9).

I Samuelson 33 ; s. 36-39.

Kuvio 8 Yksityiset kulutusmenot pääomakannan
funktiona eri vaihtoehtoissa

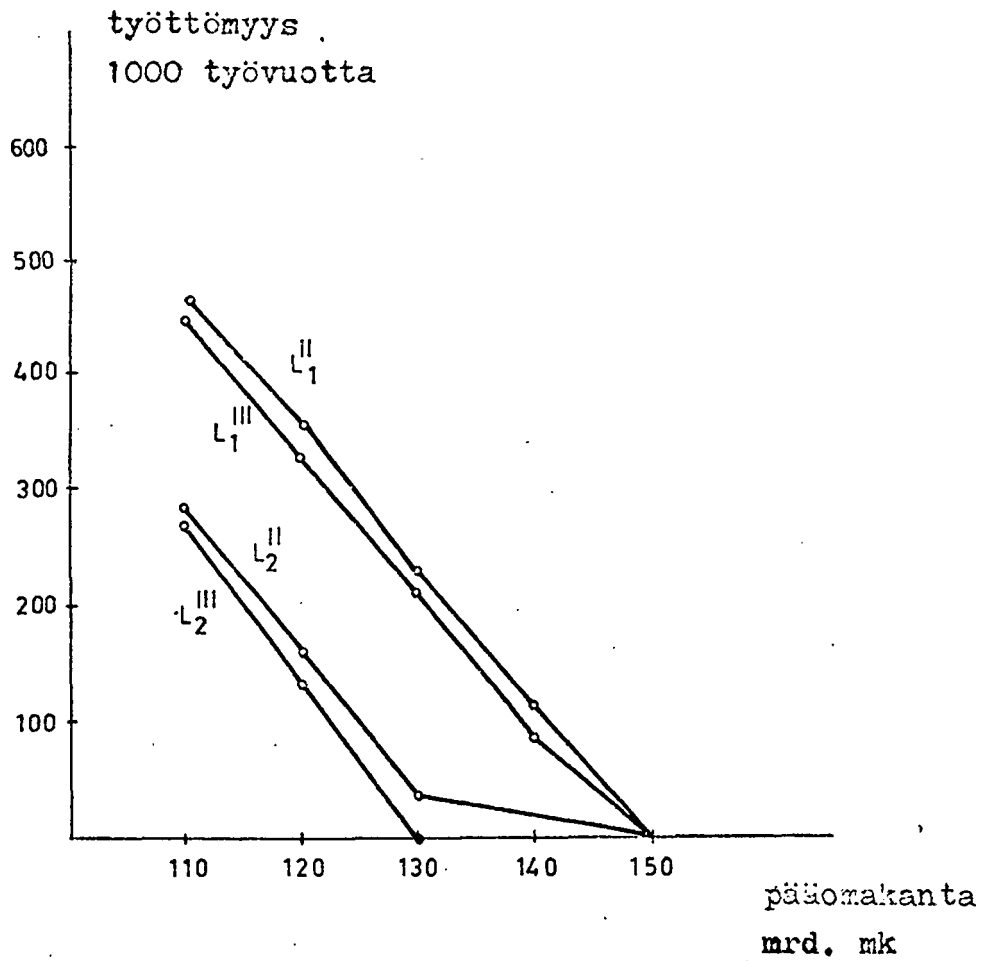


I = vaihtoehto I

II = vaihtoehto II

III = vaihtoehto III

Kuvio 9 Työllisyyden ja pääomakannan välinen suhde



II
L₁ = työntekijät ja maatal. harj., vaihtoehto II
III
L₁ = " , vaihtoehto III
II
L₂ = toimihenkilöt , vaihtoehto II
III
L₂ = " , vaihtoehto III

Pääomakannan olisi oltava n. 7 - 8 o/o suurempi, jotta työvoima kokonaisuudessaan voitaisiin tehokkaasti työllistää. Tämä merkitsee erittäin karkeasti ottaen noin yhden vuoden pääoman bruttomuodostusta.

7) Eräs varsin mielenkiintoinen koetulos oli se, että kaikissa tapauksissa ns. perusteollisuuden toimialat tai raaka-aineita tuottavat toimialat saivat huomattavasti pienemmän osuuden kokonaistuotannosta kuin mitä todellisuudessa itse asiassa on tapahtunut. Vastaavasti kulutus- ja investointitavaroita tuottavat toimialat saivat kokeissa suuremman osuuden tuotannosta kuin todellisuudessa.¹⁾ Tuotannon bruttoarvoa mittana käyttäen teollisuuden tuotannon jakaantuminen edellä mainittuihin ryhmiin eri vaihtoehtoissa ilmenee oheisesta taulusta 2. Tulos on sikäli talouspoliittisesti mielenkiintoinen, että se tukee sitä kritiikkiä, jota on kohdistettu viime aikoina perusteollisuuden nopeata ekspansiota vastaan julkisuudessa (puun ja metallin perusteollisuudet, tekstiiliteollisuus). Yhteiskunnallisesti tehokas tuotannon rakenne olisi siten edellyttänyt jalostetumpia tuotteita tuottavien toimialojen voimakkaampaa ekspansiota kuin mitä todellisuudessa on tapahtunut.

1 Tässä käytetty karkea teollisuuden jako perusteollisuuteen, kulutustavaroita tuottavaan teollisuuteen ja investointitavaroita tuottavaan teollisuuteen on esitetty liitteessä I.

TAULU 2.

Kulutus-, investointitavaroita ja raaka-aineita tuottavien toimialojen osuus tuotannon bruttoarvosta eri vaihtoehtoisissa

	Todellinen 1970	Vaihtoehto II (ei vientirajoja)	Vaihtoehto III (vientirajoituksin)
	o/o	o/o	o/o
Investointitavaroita tuottavat toimialat	12.8	15.3	15.2
Kulutustavaroita tuottavat toimialat	43.6	59.0	52.3
Raaka-aineita tuottavat toimialat	43.6	25.7	32.5

8) Myös varsin mielenkiintoista on havaita se, että sekä vientirajoitusten vähentäminen että vaihtotaseen vajauksen kasvu näyttää johtavan vähemmän koulutusta saaneen työvoiman osalta työttömyyden lisääntymiseen huolimatta koko yksityisten kokonaiskulutusmenojen kasvusta. Kuviossa nähdään työttömyys pääomakannan funktiona eri vaihtoehtoisissa. Relevantilla pääomakannan alueella vientirajoitusten puuttuminen lisää vähemmän koulutusta saaneen työvoiman työttömyyttä noin 30 000 työvuodella. Tämä viittaa siihen, että työllisyystilanteen hoito vaikeutuu kun kaupan esteitä vähennetään. Samoin käy silloin, kun vaihtotaseen vajaus kasvaa.

Suoritetut parametrintikokeet (joita voitaisiin kutsua myös mallin sensitiivisyysanalyysiksi) ovat antaneet viitteitä siitä, miten herkkiä saadut tulokset ovat daatoissa tapahtuville muutoksille. Onhan otettava huomioon, että erityisesti pääomakantaa ja toimialcitaisiin kapasiteetin kysyntää kuvaaviin kertoimiin saattaa sisältyä merkittäväkin epävarmuutta. Erityisesti kerrointen suhteen suoritettavalle sensitiivisyysanalyysille on toistaiseksi jäänyt kuitenkin verraten paljon lisätutkimusmahdollisuuksia.

4.6. DUAALIIONGELMA JA VARJOHINNAT

Jokaiseen lineaariseen ohjelmointiongelmaan: maksimoi $f = c'x$ ehdolla, että $Ax \leq b$, $x \geq 0$, liittyy ongelma minimoi $g = w'b$ ehdolla, että $w'A \geq c$, $w \geq 0$.

Tässä w' on $(1 \times m)$ vektori, jonka komponentteja sanotaan duaalimuuttujiksi. Vektorit c ja b sekä matriisi A ovat samat kuin alkuperäisessä 1. primaaliongelmassa.

Duaaliongelmaa kuvaa duaaliteoreema:

Jos koko primaali- tai duaaliongelmalla on olemassa äärellinen optimiratkaisu, silloin toisella ongelmalla on myös äärellinen optimiratkaisu ja molempien ongelmien tavoitefunktioiden optimiarvot ovat yhtä suuret ts. $\max f = \min g$. Jos jommalla kummalla ongelmalla on rajoittamaton optimiratkaisu, niin toisella ongelmalla ei ole yhtään mahdollista ratkaisua ¹⁾.

Duaalimuuttujat w voidaan tarkasteltavana olevassa ko-
keessa tulkita eksogeenisten muuttujien hinnoiksi, joita sanotaan joskus varjohinnoiksi. Varjohinnat voidaan tulkita tavoitefunktion osittaisderivaattana eksogeenisten muuttujien suhteen. Ne siis osoittavat kuinka paljon tavoitefunktion arvo muuttuu, kun eksogeenisiä muuttujia muutetaan vähän. Toisaalta niiden kautta imputoituu ta-

¹ Teoreema todistettu esim. Gass [15] ss. 84-85.

voitefunktion arvo tuotantotekijöille.

Duaaliongelman liittyy talusteoreettisesti erittäin mielenkiintoinen ns. complementary slackness teoria, joka voidaan puhe seuraavaan muotoon:

Teoreema: Jokin ratkaisu x^* on optimaalinen jos ja vain jos on olemassa $w^* \geq 0$ siten, että

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad x_j^* > 0 &\implies w^{*'} A_j = c_j \\ x_j^* = 0 &\implies w^{*'} A_j \geq c_j \\ \text{b)} \quad a^j x^* \leq b_j &\implies w_j^* = 0 \\ a^j x^* = b_j &\implies w_j^* \geq 0 \end{aligned}$$

Tässä x_j^* on vektorin x^* j:s komponentti, A_j on matriisin A j:s sarake, a^j matriisin A j:s rivi ja w_j^* on vektorin w^* j:s komponentti.

Teoreema kertoo sen, että jos primaaliongelman optimiratkaisussa jokin muuttuja saa positiivisen arvon, niin duaaliongelmassa vastaava rajoitus on yhtälö. Jos taas primaaliongelman optimiratkaisussa muuttuja saa arvon nolla, niin duaaliongelman vastaava rajoitus on epäyhtälö. Tämä voidaan tulkita siten, että primaaliongelmassa muuttujan esim. tuotantomuuttujan saadessa positiivisen arvon, niin varjohinnoilla mitatut tuotannon yksikkökustannukset ovat yhtä suuret kuin tuotteen hinta. Jos tuotantoa ei tapahdu ($x_j = 0$), tuotantokustannukset yksikköä kohden ovat ylittäneet tuotteen hinnan.

Edelleen teoreema kertoo (kohta(b)), että jos optimiratkaisussa primaalirajoitus on epäyhtälö, niin silloin vastaava duaalimuuttuja saa arvon nolla. Jos taas primaalirajoitus on yhtälö, niin silloin optimiratkaisussa vastaava duaalimuuttuja on ei-negatiivinen (ts. ≥ 0). Tämä voidaan tulkita siten, että mikäli jotakin resursseja jää optimiratkaisussa käyttämättä, niin silloin tämän resurssien varjohinta on $= 0$. Itse asiassa tällöin on kysymyksessä ongelman kannalta ei-niukka 1. vapaa hyödyke, eikä tälle hyödykkeelle näin ollen muodostu hintaa.

Vaihtoehtoissa II ja III saadut varjohinnat on esitetty liitteessä 4.

Hinnat on normitettu siten, että kulutusyksikön (milj. mk) hinta on $= 1$. Muut hinnat ovat suhteellisia hintoja kulutuksen hinnan suhteen. Myös mikä tahansa muu positiivinen hinta olisi voitu valita normiksi ja lausua muut hinnat tämän normin avulla.

Kuten liitetaulusta 4 havaitaan ovat erityisesti tuotantosektori 34 (kotimarkkinatoimialat) ja toimihenkilöt saaneet suhteellisen korkean varjohinnan. Molemmat ovat siis suhteellisesti niukimpia "resursseja" tavoitteen saavuttamisen kannalta.

Kotimarkkinatoimialan korkea varjohinta voidaan tulkita seuraavasti. Nythän mallissa ei ole lainkaan tarkasteltu kunkin toimialan sisäistä tuotannon tehokkuutta. Tarkas-

telun kohteena on pelkästään toimialojen väliset tehokkuusvertailut. Kotimarkkinatoimialat eivät ole sanottavasti alttiina kansainväliselle kilpailulle. Korkea varjohinta voidaan näin ollen tulkita siten, että tämän toimialan sisällä tuotanto on tehottomasti järjestetty juuri merkittävän kilpailutilahteen puuttumisen vuoksi ja toimialan tuotantokyky muodostuu siten kasvua suhteellisen paljon rajoittavaksi tekijäksi. Tämä toimiala siis sitoo tuotannontekijöitä tehottomaan käyttöön ja näin itse asiassa vaikuttaa välillisesti ulkomaankauppaa käyvien toimialojen ekspansiomahdollisuuksiin. Kansainvälisen kilpailuaseman kannalta ei siis suinkaan ole samantekevää miten kotimarkkinatoimialan tuotanto on järjestetty.

Työpanoksessa on olennaista maataloudenharjoittajien luokittelu eri työpanosluokkiin. Kun maataloudenharjoittajat eräässä kokeessa luokiteltiin samaan työpanoskategoriaan toimihenkilöiden kanssa oli seurauksena tämän työpanoskategorian työttömyys ja työntekijöiden varjohinta sai korkean arvon. Tilanne muuttui täysin päinvastaiseksi kun maataloudenharjoittajat sijoitettiin työntekijöiden kanssa samaan ryhmään kuten liitteestä 4 varjohinnoista nähdään.

Tämä siis tukee sitä käsitystä, että nykyisen tuotantorakenteen vallitessa rakennetyöttömyys aiheutuu nimenomaan suhteellisen runsaasta maataloudenharjoittajien määrästä.

Pääomakapasiteetti sai yllättävän alhaisen varjohinnan. Valuutan varjohinta ei sanottavasti muuttunut sallittaessa vaihtotaseessa vajauksen kasvaminen edellä parametrintikokeiden yhteydessä selostetulla tavalla.

Tulokset ovat luonnollisesti vain viitteellisiä, koska sekä mallin rajoitukset voitaisiin spesifioida realistisemmin että käytetyn aineiston laatua voitaisiin yrittää parantaa. Nyt aineiston suhteen jouduttiin tekemään varsin karkeitakin batkaisuja.

5. Mallin testausmahdollisuuksista

Esitetyn mallin relevanssia voidaan ajatella testattavaksi historiallisen aineiston perusteella. Tämä voitaisiin suorittaa seuraavien periaatteiden mukaan.¹⁾

Yleensä on luonnollisesti tuloksena, että mallilla laskettu optimaalinen tilanne poikkeaa historiallisesti toteutuneesta tilanteesta. Optimaalisen ja toteutuneen tilan välisiä eroja voidaan pyrkiä selittämään vaihtoehtoisilla hypoteeseilla. Erot voidaan jakaa tällöin kahteen pääluokkaan, jotka ovat sovellutusten kannalta varsin olennaisia:

1. Erot, jotka johtuvat talouselämän toiminnan jäykkyydestä, markkinamekanismin puutteellisuuksista jne.
2. Erot, jotka johtuvat lineaarisen ohjelmointimallin puutteista.

Edelliset erot ovat tavallaan "todellisia" poikkeamia optimaalisesta kehitysurasta, jälkimmäiset poikkeamat ovat puolestaan laskennallisia. Mallin käyttöarvon kannalta näiden eroja aiheuttavien syiden karkeakin kvantifiointi on varsin merkityksellistä.

Suomessa on käytettävissä panos-tuotostutkimuksia vuodesta 1956 alkaen, joten mahdollisuuksia mallin varsin monipuoliseenkin testaamiseen on periaatteessa olemassa suhteellisen pitkältä ajanjaksolta. Tämän tutkimuksen yhteydessä ei kuitenkaan ole katsottu mahdolliseksi liit-

1 Testausmahdollisuuksista on kirjoittanut J.B. Nugent:

tää em. testausprosessia.

Taloudellisia syitä poikkeamiin optimaalitalanteesta voivat olla mm. seuraavat Nugentin mukaan:

- epätäydellinen kilpailutilanne
- liikkeenjohdon jälkeenjääneisyys
- muutosjäykkyydet
- hintadiskriminointi
- säännöstely.

Mallista aiheutuvia puutteita ovat mm. seuraavat:

- tavoitteiden yksipuolisuus
- tuotannon skaalan suhteen lisääntyviä tuottoja ei ole huomioitu
- Tuotannontekijöiden substituutiomahdollisuuksia tuotantoprosessissa ei ole ts. tuotannontekijöiden substituutiojousto on nolla
- uuden teknologian aiheuttamia muutoksia ei ole huomioitu esim. eteenpäin riippuvuuksia (forward linkages) ei ole huomioitu.

Linearisoinnin aiheuttamia vaaroja sellaisissa tapauksissa, joissa todellisuus ei ole lineaarinen, ovat tarkastelleet äskettäin Baumol ja Bushnell.¹⁾ Heidän esittämänsä varsin voimakkaat väitteet ovat huomionarvoisia:

1. Ei-lineaarisen ongelman lineaarinen approksimointi ei välttämättä anna todellista ratkaisua
2. Lineaarinen approksimaatio ei välttämättä anna parempaa lopputulosta kuin satunnaisesti valittu ratkaisu

¹⁾ Baumol - Bushnell: Error Produced by Linearization in Mathematical Programming, *Econometrica*, July-October, 1967.

3. Lineaarisessa approksimaatiossa voidaan valita sellainen kantaratkaisu, joka välttämättä ei ole paras kantaratkaisu.
4. Tavoitefunktion ei-lineaarisuuden väheneminen ei aina takaa, että lineaarisella approksimaatiolla saadaan parempi tulos.
5. Lähtöpisteen sijaitseminen lähellä optimia ei välttämättä lisää lineaarisen approksimaation tarkkuutta.
6. Vain milloin tavoitefunktio on monotooninen voidaan taata, että lineaarisella approksimaatiolla saadaan parempi tulos kuin tilanne lähtöpisteessä.

6. YHTEENVETO

Voitaisiin ehkä sanoa, että tässä tutkimuksessa on pyritty operationalisoimaan kansantaloustieteessä varsin pitkään teoriassa tunnettua vaihtoehtoiskustannusten minimointiongelmaa koko kansantalouden tasolla. Tätä periaatetta voidaan kuvata vielä lyhyesti seuraavasti. Ajatellaan, että kansantalous tuottaa kahta tuotetta x ja y kahdella toimialalla X ja Y . Oletetaan alkupe-
räisiksi tuotantomääriksi x' ja y' . Oletetaan, että siirretään tuotannontekijöitä toimialalta X toimialalle Y . Tämän seurauksena käytettävissä olevat tuotemäärät muuttuvat esimerkiksi Δx :n ja Δy :n verran. Uudessa tilanteessa tuotantomäärät ovat $x' - \Delta x$ ja $y' + \Delta y$. Ajatellaan, että Δy viedään maasta ja saatu valuuttatulo käytetään x :n tuontiin. Ulkomaankaupan vaihtosuhte voi tässä olla sellainen, että tuotu määrä $\Delta x' > \Delta x$. Seurauksena on tällöin se, että reallokoinnin seurauksena on saavutettu lisähyöty, jonka suuruus on $\Delta x' - \Delta x$. Uudelleenallokointiprosessia voidaan jatkaa niin kauan, kunnes rajatapauksessa on juuri mahdollista rahoittaa x :n tuonnin lisäys yhtä suurella tuotannon menetyksellä siirrettäessä tuotannontekijöitä toimialalta X toimialalle Y . Tässä rajatilanteessa systeemi on saavuttanut optiminsa ja uudelleenallokointi ei enää tuota lisähyötyä.

Optimointikriteeriksi asetettiin yksityisten kulutusmenojen maksimointi. Tällöin oletettiin, että eri hyödykkeiden

kulutuskysynnän tulojoustot ovat ykkösiä. Koko tätä lähestymistapaa voidaan tietenkin helposti kritisoida. Pyrkimyksenä ei kuitenkaan ole voinut olla kansantalouden "oikean" optimin löytäminen. Tavoite on valittu sitä silmällä pitäen, että se on mahdollisesti keskeinen yhteiskunnan hyvinvointiin vaikuttava tekijä. Pyrkimyksenä on ollut saada joitakin lähinnä kvantitatiivisia kuvia resurssien allokaation tehokkuudesta. Tällöin ei ilmeisesti voida pitää myöskään erityisen vakavana puutteena sitä, että eri kulutushyödykkeiden kysynnän tulojoustot on koko kansantaloudessa oletettu ykkösiksi. Toisenlaisen lähtökohdan valitseminen ei periaatteessa ole tietenkään vaikea.

Periaatteessa tavoitefunktio olisi voitu muodostaa myös siten, että työttömyydelle annettaisiin tietty rangaitusarvo. Tavoitefunktio olisi siis seuraavaa tyyppiä:

$$U = U(C, U) , \text{ jossa}$$

C = yksityiset kulutusmenot

U = työttömyys

Tämä tavoitefunktion valinta luonnollisesti saattaisi siirtää ratkaisua johonkin toiseen pisteeseen. Viime kädessä on olennaista on juuri se, mitä halutaan optimoida ts. mitkä ovat kokonaistaloudelliset tavoitteet. Mielenkiintoista tässä olisi ehkä erilaisten tavoitefunktioiden valinnalla saatujen tulosten vertaaminen. Tätä ei kuitenkaan ole sisällytetty tutkimukseen tässä vaiheessa.

Kokonaistaloudellinen suunnittelukenttä on varsin laaja ja monivivahteinen alue, ja kenttä on ollut jatkuvasti laajenemassa.¹⁾ Näin ollen nykyisin konstruoidut mallit, huolimatta siitä, että niitä usein kutsutaan kokonaistaloudellisiksi (makrotasoisiksi) malleiksi, sisältävät useimmiten vain eräitä suunnittelun kannalta olennaisia piirteitä, kun taas toisista näkökulmista joudutaan käytännössä tinkimään.

Nyt tarkastellussa mallissa tarkastelun painopiste on ollut toimialoittaisessa resurssien allokointiossa. Malli soveltuu näin ollen lähinnä rakennepoliittisten tarkastelujen apuvälineeksi. Sellaisenaankin siinä on eräitä puutteita, jotka on syytä ottaa huomioon mallia mahdollisesti kehitettäessä ja käytettäessä.

Tällaisia tärkeitä seikkoja ovat mm.

- ympäristökysymykset²⁾
- alueellinen kehitys
- tulonjako.

Yhteiskunnan suunnittelun kannalta on luonnollisesti varsin olennaista se, että erilaisia tärkeitä sosiaalisen kehityksen piirteitä ei käsitellä. Näillä rajoituksilla mallia voitaneen sanoa kokonaistaloudelliseksi allokointimalliksi.

1 Ks. Talousneuvoston raportti [11].

2 Ympäristökysymyksiä voitaisiin käsitellä esim. Leontiefin [26] ehdottamalla tavalla. Tähän tutkimukseen ei kuitenkaan ollut saatavissa sopivaa aineistoa.

Viime aikoina on korostettu entistä kokonaisvaltaisemman yhteiskuntanäkemyksen ja yhteiskuntasuunnittelun tarvetta.¹⁾ Toisin sanoen ei enää haluta tarkastella pelkästään taloudellisten variaabeleiden käyttöä yhteiskunnan kokonaissuunnittelussa. Uusien kokonaisvaltaisten mallien tulisi kyetä ottamaan huomioon paitsi keskeiset taloudelliset variaabelit myös keskeisimmät sosiaaliset ja ekologiset variaabelit. Tässä tutkimuksessa tarkastelunäkökulma on rajoittunut edelleen ahtaasti taloudellisten variaabeleiden tarkasteluun. Tietojenkäsittelyn teknologian kehitys avaa ilmeisesti mahdollisuuksia tässä esitettävän tutkimusmetodin käytölle myös laaja-alaisempien sosiaalisten mallien konstruoinniseksi. Laajennettiinpa tarkastelualueita miten tahansa näkemykseni mukaan ihmisen tavoitteellisesta käyttäytymisestä seuraa, että kaikkien ilmiöiden tarkasteluun tulisi liittyä tiettyä "ekonomisuutta", ts. optimaalisten toimintaurien hakemista. Millä tahansa toimintalohekkolla ihmisen käytettävissä olevat resurssit ovat rajalliset, mikä samalla antaa aiheen tarkastella rajoitusten puitteissa optimaalisia toimintavaihtoehtoja. Ilmeisesti laaja-alaisempien, ihmisen keskeiset toiminta-alueet sisältävien mallien konstruointi on mahdollista tulevaisuudessa.

1 Talousneuvosto [11].

On selvää, että tällaista tarkastelua kaivataan, koska eri yhteiskunnan osa-alueilla esiintyvät ongelmat ovat toisiinsa kietoutuneita. Kuitenkin mikäli taloudellisella sektorilla voidaan "ekonomisoida" resurssien käyttöä, niin tämä seikka ei ainakaan vähennä muiden yhteiskunnallisten ongelmien ratkaisumahdollisuuksia. Taloudellisten ohjelmointimallien rakentamisesta ei näin ollen voitane pitää aikansa eläneinä, koska tällä alueella voidaan saavuttaa operationalisoitavissa olevia tuloksia. Tarkastelun laaventamisen esteenä on tavallisesti juuri perusinformaation puute, ja tämän perusinformaation tuottaminen on edellytyksenä mallien olennaiselle parantamiselle.

Käsitykseni mukaan voidaan yhtyä Kornain¹⁾ esittämään näkemykseen formaalisen optimointimallin roolista taloudellisen suunnittelun yhteydessä. Tämän ajatuksen mukaan optimointimallia voidaan käyttää apuna viisaampien päätösten tekemiseen. Mallit voivat auttaa tiedostamista perustavaa laatua olevien päätösten teossa. Eri laskentavaihtoehdot, jotka saadaan mallin avulla voidaan käyttää toimintavaihtoehtojen tutkimiseen ja tavoitteiden sekä niiden toteutumismahdollisuuksien arvioimiseen. Saadut tulokset tällä mallilla toivat esiin joitakin varsin mielenkiintoisia piirteitä kansantaloudesta, jotka saattaisivat antaa aihetta jatkotutkimuksiinkin tämantapaisilla malleilla.

Käytetty toimialajakoko: 1)

- R 1. kasvinviljely
 - kotieläintalous
 - metsästys ja kalastus
- R 2. metsätalous
- C 3. lihateollisuus
 - maidonjalostusteollisuus
 - mylly- ja leipäteollisuus
 - muu elintarviketeollisuus
 - juomateollisuus
 - tupakkateollisuus
- R 4. tekstiiliteollisuus
- C 5. vaatetus- ja ompeluteollisuus
- C 6. kenkäteollisuus
- C 7. nahkateollisuus
- R 8. sahateollisuus
- R 9. muu puuteollisuus
- C 10. huonekalu- yms. teollisuus
- R 11. selluloosateollisuus
- R 12. paperiteollisuus
- C 13. muu paperiteollisuus
- C 14. graafinen teollisuus
 - kustannusliikkeet
- C 15. kumiteollisuus
- R 16. tyyppi- ja lannoiteteollisuus
- C 17. väri- ja vernissateollisuus
- C 18. teknokemiallinen teollisuus
- C 19. muu kemianteollisuus
- R 20. kiviöljyteollisuus
- R 21. kivi-, savi-, lasi- ja muu kivenjalostusteollisuus
- R 22. raudan ja teräksen perusteollisuus
- R 23. muu metallien perusteollisuus
 - kivihiili ja raakaöljyteollisuus
 - malmikaivokset
 - muu kaivannaisteollisuus

1 Luokittelu perustuu vuoden 1965 panos-tuotostutkimukseen. [29] .

- R 24. metallituoteteollisuus
- C 25. sekalainen metallituoteteollisuus
- I 27. heikkovirtalaiteteollisuus
- I 28. muu sähköteknillinen teollisuus
- I 29. laivateollisuus
- I 30. henkilöautoteollisuus
muu autoteollisuus
- C 31. muu kulkureuvoteollisuus
- C 32. muoviteollisuus
- C 33. muu tehdasteollisuus
- 34. metallituotekorjaamot
konekorjaamot
sähkölaittekorjaamot
moottoriajoneuvokorjaamot
talonrakennustoiminta
maa- ja vesirakennustoiminta
sähkö- yms. laitokset
vesijohtolaitokset
kauppa
pankit
vakuutuslaitokset
asuntojen omistus
vesiliikenne
rautatie liikenne
tieliikenne
ilmaliikenne
tietoliikenne
liikennettä palveleva toiminta
hallintopalvelukset
yhteiskunnalliset palvelukset
liiketoimintaa palveleva toiminta
muut palvelukset

Kirjaimet I, C ja R tarkoittavat pääomatavara-, kulutus-
tavara- ja raaka-aineteollisuutta vastaavasti. Tätä ja-
koa on käytetty luvussa 4.5. suoritetussa tarkastelus-
sa.

TEOLLISUUDEN TUOTANNON BRUTTOARVON JAKAANTUMINEN
ERI VAIHTOEHDOKSISSA

Toimiala	Todellinen 1970 o/o	Vaihtoehto II o/o	Vaihtoehto III o/o
Elintarviketeollisuus	22.6	12.3	25.3
Tekstiiliteollisuus	4.1	2.1	4.2
Vaatetusteollisuus	2.7	3.4	3.4
Kenkäteollisuus	0.6	0.9	0.9
Nahkateollisuus	0.3	0.5	0.5
Sahateollisuus	4.1	2.5	3.2
Muu puuteollisuus	2.1	1.4	4.0
Huonekaluteollisuus	1.5	1.9	2.0
Selluloosateollisuus	8.4	5.9	5.5
Paperiteollisuus	8.0	5.0	4.6
Muu paperiteollisuus	1.9	1.3	3.5
Graafinen teollisuus	3.5	4.9	4.5
Kumi teollisuus	0.7	24.7	1.2
Lannoiteteollisuus	1.1	0.5	0.5
Väri- ja vernissateollisuus	0.4	0.3	0.6
Kosmetiikka- ja lää- keteollisuus	1.1	1.9	1.9
Muu kemianteollisuus	2.7	0.9	0.9
Kiviöljyteollisuus	2.7	0.6	0.5
Kivi-, savi- ja la- steollisuus	2.8	1.4	3.2
Raudan ja teräksen perusteollisuus	3.4	1.2	2.2
Muu metallien perus- teollisuus	5.7	3.0	2.7
Metallituoteteolli- suus	1.2	2.1	2.0
Sekal.metallituote- teollisuus	2.6	3.7	3.5
Koneteollisuus	5.7	9.1	8.5
Heikkovirtalaiteteol- lisuus	0.7	1.0	1.1

Toimiala	Todellinen 1970 o/o	Vaihtoehto II o/o	Vaihtoehto III o/o
Muu sähköteknillinen teollisuus	3.1	1.1	1.0
Laivateollisuus	2.6	1.3	1.2
Autoteollisuus	0.7	2.8	3.4
Muu kulkuneuvoteollisuus	1.4	0.7	1.8
Muovituoteteollisuus	1.2	0.3	0.8
Muu tehdasteollisuus	0.5	1.7	1.6

TEHOKKAAT TOIMIALAT VAIHTOEHDOISSA II JA III

Vaihtoehto
II

Metsätalous
Elintarviketeollisuus
Vaate- ja tekstiiliteollisuus
Kenkäteollisuus
Nahkateollisuus
Sahateollisuus
Huonekaluteollisuus
Muu paperituoteteollisuus
Graafinen teollisuus
Kumiteollisuus
Kosmetiikka- ja lääketee-
ollisuus
Metallituoteteollisuus
Sekal.metallituoteteollisuus
Koneteollisuus
Heikkovirtalaiteteollisuus
Laivateollisuus
Autoteollisuus
Muu teollisuus

Vaihtoehto
III

Maatalous
Metsätalous
Elintarviketeollisuus
Tekstiiliteollisuus
Vaate- ja tekstiiliteollisuus
Kenkäteollisuus
Nahkateollisuus
Sahateollisuus
Muu puuteollisuus
Huonekaluteollisuus
Muu paperituoteteollisuus
Graafinen teollisuus
Kumiteollisuus
Väri- ja vernissateollisuus
Kosmetiikka- ja lääketee-
ollisuus
Kivi-, savi- ja lasiteolli-
suus
Raudan ja teräksen perus-
teollisuus
Metallituoteteollisuus
Sekal.metallituoteteollisuus
Koneteollisuus
Heikkovirtalaiteteollisuus
Laivateollisuus
Autoteollisuus
Muu kulkuneuvoteollisuus
Muoviteollisuus
Muu teollisuus

Liite 4. MUUTTUJIEN ARVOT VAIHTOEHDINNOISSA II JA III

Arvot milj. mk

Toimiala Resurssi	Vaihtoehto II				Vaihtoehto III				Varjo hinnat	Kilpaileva tuonti	Varjo hinnat
	Tuotanto	Vienti	Kilpaileva tuonti	Varjo hinnat	Tuotanto	Vienti	Kilpaileva tuonti	Varjo hinnat			
1 Metallialus	LL 3 100.0	.	.	.681	BS 3 715.0	LL	890.2	.609	LL		
2 Metsätalous	BS 1 401.3	.	.	.586	BS 1 810.0	UL		.576	UL	158.4	
3 Elintarvikkeet	BS 2 424.9	.	2 466.3	.692	BS 5 404.3	LL		.706	LL		
4 Tekstiiliteollisuus	LL 409.1	.	556.8	.692	BS 891.3	LL		.700	LL		
5 Vaatetus- ja ompeluteoll.	BS 662.8	.	.	.586	BS 728.9	UL		.573	UL	91.8	
6 Keskiteollisuus	BS 168.8	.	.	.548	BS 184.2	UL		.546	UL	27.4	
7 Mäkäteollisuus	BS 95.8	.	.	.603	SS 100.1	UL		.622	UL	3.2	
8 Sakateollisuus	BS 502.6	.	.	.662	BS 690.4	BS		.645	BS	143.8	
9 Muu puuteollisuus	LL 270.0	61.8	.	.494	BS 847.5	UL		.637	UL	726.2	
10 Huokkain yms. teollisuus	BS 368.8	.	.	.633	BS 424.5	UL		.615	UL	68.6	
11 Selluloosateollisuus	LL 1 163.6	568.9	.	.494	LL 1 163.6	LL		.645	BS	565.0	
12 Paperiteollisuus	LL 992.3	794.9	.	.494	LL 992.3	BS		.645	BS	574.3	
13 Muu paperiteollisuus	BS 261.0	.	.	.594	BS 741.0	UL		.624	UL	540.4	
14 Graafisen teollisuus	BS 971.2	.	.	.612	BS 955.6	BS		.624	UL	30.0	
15 Kirjiteollisuus	BS 4 898.7	4 335.2	.	.494	BS 254.3	BS		.506	UL	72.4	
16 Tuppi- ja lamoteoll.	LL 98.7	.	48.2	.692	LL 98.7	LL		.609	LL		
17 Väri- ja väriaineteoll.	LL 56.7	.	65.0	.692	BS 122.4	LL		.733	LL		
18 Teknologiaalinen teoll.	BS 383.9	.	.	.624	BS 401.5	UL		.629	UL	30.0	
19 Muu kemia. teollisuus	LL 182.0	.	115.8	.692	LL 182.0	LL		.509	LL	194.2	
20 Kivi- ja lasiteollisuus	LL 110.0	.	222.8	.692	LL 110.0	LL		.509	LL	219.8	
21 Kivi-, savi-, lasi- ja muu kivenjalostusteoll.	LL 273.4	.	374.6	.692	BS 680.7	LL		.745	LL		
22 Puiden ja turpeen perusteollisuus	LL 227.3	.	198.9	.692	BS 472.1	LL		.785	LL		
23 Muu metallien perusteoll.	LL 523.4	.	77.7	.692	LL 583.4	LL		.609	LL	121.2	
24 Metallituoteollisuus	BS 407.5	.	.	.645	BS 417.5	LL		.640	LL		
25 Sekalaisen metallituote- teollisuus	BS 725.4	.	.	.635	BS 741.9	LL		.645	LL		
26 Korsteollisuus	BS 1 789.3	.	.	.657	BS 1 824.0	LL		.662	LL		
27 Heikkovirtaimenteoll.	BS 205.5	.	.	.564	BS 241.2	UL	47.0	.564	UL		
28 Muu sähkötekn. teollisuus	LL 208.5	.	462.8	.692	LL 208.5	LL		.609	LL	326.8	
29 Laiterteollisuus	SS 257.5	.	.	.640	BS 251.5	LL		.649	LL		
30 Akuteollisuus	BS 544.8	.	154.9	.692	SS 732.2	LL		.685	LL		
31 Muu sähköteknoteollisuus	LL 140.3	.	226.9	.692	BS 385.0	LL		.693	LL		
32 Laitteollisuus	LL 92.5	.	112.2	.692	BS 169.9	LL		.774	LL		
33 Muu tekstiiliteollisuus	BS 336.4	.	.	.658	BS 341.5	LL		.667	LL		
34 Muut toimialat	BS 26 080.4	.	.	1.331	BS 25 153.1	LL		1.274	LL		
Työntekijät				20.354				20.021			
Toimihenkilöt				.000				.000			
Pääomakanta				.621				.740			
Valuutta											

Kirjainmerkinnät lukujen edessä merkitsevät seuraavaa:

LL = muuttuja alarajallaan, UL = muuttuja ylärajallaan, BS = muuttuja kannassa

TYÖPANOS- JA KAPASITEETTIKERTOIMET TOIMIALOITTAIN

Toimiala	Työntekijät ja maatal.harjoit- tajat 100 työ- vuotta/tuotos 100 000 mk	Toimihenkilöt + yks.elink.har- joittajat 100 työvuotta/tuo- tos 100 000 mk	Pääomakanta 1000mk/ tuotos 100 000 mk
1	.1022	.0	662.2376
2	.0317	.0222	63.7207
3	.0095	.0027	33.3336
4	.0504	.0106	149.6400
5	.0434	.0095	26.2996
6	.0533	.0104	42.6503
7	.0449	.0089	20.3178
8	.0206	.0031	38.8547
9	.0358	.0054	84.5759
10	.0403	.0090	54.9271
11	.0090	.0026	115.7457
12	.0115	.0032	130.9436
13	.0227	.0045	88.7181
14	.0241	.0128	54.9729
15	.0346	.0039	107.0747
16	.0115	.0035	144.7893
17	.0161	.0090	91.2332
18	.0159	.0129	47.2997
19	.0163	.0063	146.4354
20	.0045	.0041	140.1139
21	.0281	.0080	94.2529
22	.0231	.0065	117.7037
23	.0085	.0028	43.3677
24	.0451	.0101	69.4375
25	.0331	.0105	67.4250
26	.0304	.0135	78.2598
27	.0419	.0135	38.2048
28	.0329	.0158	104.8660
29	.0327	.0094	52.8265
30	.0282	.0114	50.3873
31	.0394	.0120	143.1816
32	.0384	.0124	95.2082
33	.0292	.0084	24.5530
34	.0238	.0266	393.9268

Pääomakanta-arvioissa on käytetty lähteenä tämän tutkimuksen tekijän sekä VIK Pertti Kohin selvitystä Suomen pääomakan-
nasta. Tämän selvityksen perusteita on käsitelty monistees-
sa: "Pääomakanta suunnittelu- ja kasvumalleissa", jota
on saatavissa selvityksen tekijöiltä.

Selvityksen mukaan pääomakannan suuruus vuonna 1965 oli
toimialoittain seuraava:

maatalous, metsätalous ja kalastus	25 256	milj.mk
teollisuus ja rakennustoiminta	19 863	"
asuntojen omistus	37 672	"
yksityiset palvelukset	15 037	"
julkinen hallinto	2 904	"
muut julkiset palvelukset	15 295	"
yhteensä	116 027	"

Luvut on monisteessa ilmaistu 1963 hintatason mukaan.

Ne on muunnettu tätä tutkimusta varten 1965 hintaisiksi
investointitavaroiden hintaindeksejä käyttämällä. (Kansanta-
louden tilinpito).

Teollisuuden toimialoittaisen pääomakannan jakautumisen
selvittäminen tapahtui käyttämällä teollisuustilastossa (39)
ilmoitettuja palovakuutusarvoja sekä omavastuun arvoja
käyttöomaisuudesta.

LÄHDELUETTELO

- (1) Arrow, Kenneth: An Extension of the Basic Theorems of Classical Welfare Economics, teoksessa Proceedings of the Second Berkeley Symposium on Mathematical Statistics and Probability, Univ. of Calif. Press, 1951
- (2) Arrow, Kenneth: Social Choices and Individual Values, John Wiley & Sons, Inc, New York, 1951
- (3) Bator, Francis M.: The Simple Analytics of Welfare Maximization, American Economic Review, 1956
- (4) Baumol - Bushnell: Error Produced by Linearization in Mathematical Programming, Econometrica, July-October, 1967
- (5) Bergson, Abram: A Reformulation of Certain Aspects of Welfare Economics, Quarterly Journal of Economics, 1938
- (6) Bruno, Michael: A Programming Model for Israel, teoksessa The Theory and Design of Economic Development, The Johns Hopkins Press, toim. Irma Adelman & Erik Thorbecke, 1966
- (7) Bruno, Michael: Optimal Patterns of Trade and Development, Review of Economics and Statistics, 1968
- (8) Chenery, Hollis, B.: Development Policies and Programmes, Economic Bulletin for Latin - America, 1958

- (9) Chenery - Kretschmer: Resource Allocation for Economic Development, Econometrica, October, 1956
- (10) Chenery, Hollis, B. - Taylor, Lance: Development Patterns: among Countries and over Time, The Review of Economics and Statistics, no. 4, 1968
- (11) Elämisen laatu - tavoitteet ja mittaaminen, Yhteiskuntapolitiikan tavoitteita ja niiden mittaamista tutkiva jaosto, Talousneuvosto, Helsinki 1972
- (12) Forssell, Osmo: Panoskertoimien muutokset Suomessa vuosina 1954 - 1965, Helsinki 1970
- (13) Frich, Ragnar: Numerical Determination of a Macro - Economic Preference Function, Cairo, 1958
- (14) Frisch, Ragnar: Planning for India: Selected Explorations in Methodology, Indian Statistical Institute, 1960
- (15) Gass, Saul: Linear Programming, Mc - Graw Hill Book Company, Kogakusha Company Ltd, Tokyo, 1964
- (16) Hadley, G.: Linear Programming, Addison - Wesley Publishing Company Inc. 1965
- (17) Hahn, F.H.: Some Adjustment Problems, Econometrica, January, 1970
- (18) Hanson, Bent: Lectures in Economic Theory, part II, Studentlitteratur, Lund, 1967

- (19) Henderson - Quandt: Microeconomic Theory, Kogakusha Company Ltd, Mc-Graw Hill Book Company, 1958
- (20) Hicks, J.R. - Allen, R.G.D.: A Reconsideration of the Theory of Value, *Economica*, 1, 1934
- (21) Hurwicz, Leonid: Optimality and Informational Efficiency in Resource Allocation Process, Mathematical Models in the Social Sciences, Stanford Univ. Press, Stanford, 1960
- (22) Johnson, H.G.: Economic Development and International Trade, teoksessa Readings in International Economics, Richard, D. Irwin Inc. 1968
- (23) Koopmans, Tjalling, C.: Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities, teoksessa Activity Analysis of Production and Allocation, toim. T.C.Koopmans, John Wiley & Sons, 1951
- (24) Koopmans, Tjalling, C.: Three Essays on the State of Economic Science, Mc-Graw Hill Book Company, 1957
- (25) Kornai, Janos: Anti - Equilibrium, North - Holland Publishing Company, 1972
- (26) Leontief, Wassily: Environmental Repercussions and the Economic Structure, The Review of Economics and Statistics, August, 1970
- (27) Manne, Alan: Key Sectors in the Mexican Economy, 1960 - 1970, teoksessa Manne - Markowitz: Studies in Process Analysis, Mc-Graw Hill Book Company, 1963

- (27 b) Niitamä, O.E.: Tuottavuuden kehitys Suomen teollisuudessa vuosina 1925 - 52, Helsinki, 1958
- (28) Nugent, J.B.: Linear Programming Models for National Planning: A Demonstration of a Testing Procedure, Econometrica, November, 1970
- (29) Panos-tuotostutkimus Suomen kansantaloudesta, 1965 Tilastötiedotus No Kt 1963:3, Tilastollinen päätoimisto, Helsinki 1969
- (30) Quirk - Saposnik: Introduction to General Equilibrium Theory and Welfare Economics, Mc-Graw Hill Book Company, 1968
- (31) Ramsay, F.P.: A Mathematical Theory of Saving, Economic Journal, 1928
- (32) Rymes, T.K.: The Measurement of Capital and Total Factor Productivity in the Context of the Cambridge Theory of Capital, XII IARIW Conference, Ronneby, Sweden, 1971
- (33) Samuelson, Paul: Foundations of Economic Analysis, Harvard Economic Studies, No. 80, Harvard University Press, 1963
- (34) Samuelson, Paul: The Pure Theory of Public Expenditure, The Review of Economics and Statistics, 1954
- (35) Sandee, J.: A Demonstration Planning Model for India, New York; Asia Publishing House, 1960

- (36) Slutsky, E.:
Sulla teoria del
Bilancio del Consumatore,
Giornale del Economisti,
51, 1915
- (37) Smirnov, A.O.:
Problems of Constructing
an Optimal Interbranch
Model for Socialist
Reproduction, teoksessa
A.P. Carter - A. Brody
(toim): Contributions to
Input-output Analysis,
osa I, North - Holland
Publishing Company,
1970
- (38) Suomen kansantalouden
kehittymismahdollisuu-
det vuoteen 1980,
Taloudellinen suunnitte-
lukeskus;
Helsinki, 1972
- (39) Teollisuustilasto,
osa I, 1966,
SVT XVIII A:
Helsinki 1968
- (40) Theil, Henri:
Optimal Decision Rules
for Government and
Industry, North - Holland
Publishing Company,
1964
- (41) Tinbergen, Jan:
Central Planning;
Yale Univ. Press, 1964

T I L A S T O K E S K U S

TUTKIMUKSIA

1. Paavo Grönlund - Olavi Niitamo, Kansantalouden tilinpidon rakenne.
Kesäkuu 1966, 38 s.
2. Olavi Niitamo, Taloudellinen malli.
Kesäkuu 1966, 65 s.
3. Reino Hjerppe, Aksiomaattisen menetelmän periaatteista ja soveltamisesta kansantaloudellisen kuvausjärjestelmän laatimisessa.
Huhtikuu 1967, 45 s.
4. Aarno Soivio, Koe akateemisen koulutuksen saaneen työvoiman kysynnän ennustamiseksi.
Syyskuu 1967, 12 s.
5. Paavo Grönlund - Olavi Niitamo, Suomen kansantalouden tilinpito vuosina 1948 - 1964, käsitteet ja menetelmät.
Maaliskuu 1968, 31 s.
6. Olavi Niitamo, Systemeijattelu eräitä pääpiirteitä.
Huhtikuu 1968, 31 s.
7. Raoul Brummert, Om företaget och den ekonomiska tillväxten. En mikroekonomisk undersökning.
Juni 1968, 169 s.
8. Kalevi Koljonen, Pääomakannan käsite ja mittaaminen sekä sovellutus Suomen rakennuskantaan vuosina 1950 - 1960.
9. Olavi Niitamo, Tuotantofunktio, sen jäännöstermi ja teknillinen kehitys.
Tammikuu 1969, 49 s.
10. Eeva-Liisa Kaski, Näkökohtia aluetilastojen kehittämisestä. 28 s.
Pertti Marjomaa, Aluesuunnittelun tilastojen tarpeesta. 18 s.
Reino Hjerppe, Pääomakannan alueittaisesta jakautumisesta aluesuunnittelun näkökulmasta. 17 s.
Antti Somervuori, Tulojen ja elinkustannusten alueellisten erojen mittaaminen. 4 + 54 s.
Kesäkuu 1969.
11. Heikki Oksanen, Monitasosuunnittelun käsite ja perusongelmat. 12 s.
Eila Olkkonen, Suunnittelusta ja päätöksenteosta monitasoprosesseina keskitetysti johdetuissa talouksissa. 18 s.
12. Tulonjaon kehityspiirteitä vuosina 1955 - 1968.
Maaliskuu 1970, 40 s.
13. Tarmo Korpela, Suomen talonrakennustoiminnan lyhyen tähtäyksen ennustemalleja koskeva tutkimus.
Kesäkuu 1970, 99 s.
14. Tor Hartman, Om studentexamen och det framtida antalet studenter.
Juli 1971, 32 s.
15. Reino Hjerppe - Olavi E. Niitamo, Uuden SNA:n mukaisen kansantalouden tilinpidon perusrakenne.
Elokuu 1971, 125 + 74.
16. Antti Somervuori, Elinkustannusten ja reaalityulojen alueelliset erot Suomessa.
Maaliskuu 1972, 99 s.

17. Pasi Markelin, Itsemurhat Suomessa vuosina 1936 - 1965.
Elokuu 1972, 151 s.
18. Mauri Nieminen, Syntyvyysfunktion matemaattisesta teoriasta. Sovellutus Suomen väestöön vuosina 1963 - 1967.
Elokuu 1972, 82 s.
19. Vuoden 1971 kuntien kalleustutkimus.
Marraskuu 1972, 76 s.
20. Aarno Laihonon, Ympäristötilastollisen tietojärjestelmän kehikko.
Joulukuu 1972, 130 s.
21. Reino Hjerppe, Kokonaistaloudelliseen ohjelmointimalliin perustuva tutkimus tuotannontekijöiden allokatiosta Suomessa.
Joulukuu 1972, 133 s.

HINTA: 5 mk
PRIS:

JAKAJA: Valtion painatuskeskus, Annankatu 44, 00100 Helsinki 10. Puhelin 90-645121/275
DISTRIBUTÖR: Statens tryckericentral, Annegatan 44, 00100 Helsingfors 10. Telefon 90-645121/274