

Simo Lahtinen

**Työn kysyntä
Suomen kansantalouden
ekonometrisessa
kokonaisuudessa**

Suomen Pankin kirjasto



0000000645

IVA5a

Kirjasto: alaholvi

SUOMEN PANKKI D

Työn kysyntä Suomen kansantalouden ekonometrisessa

Suomen Pankki

D:031

1973

Suomen Pankki

1973

D: 31

Simo Lahtinen

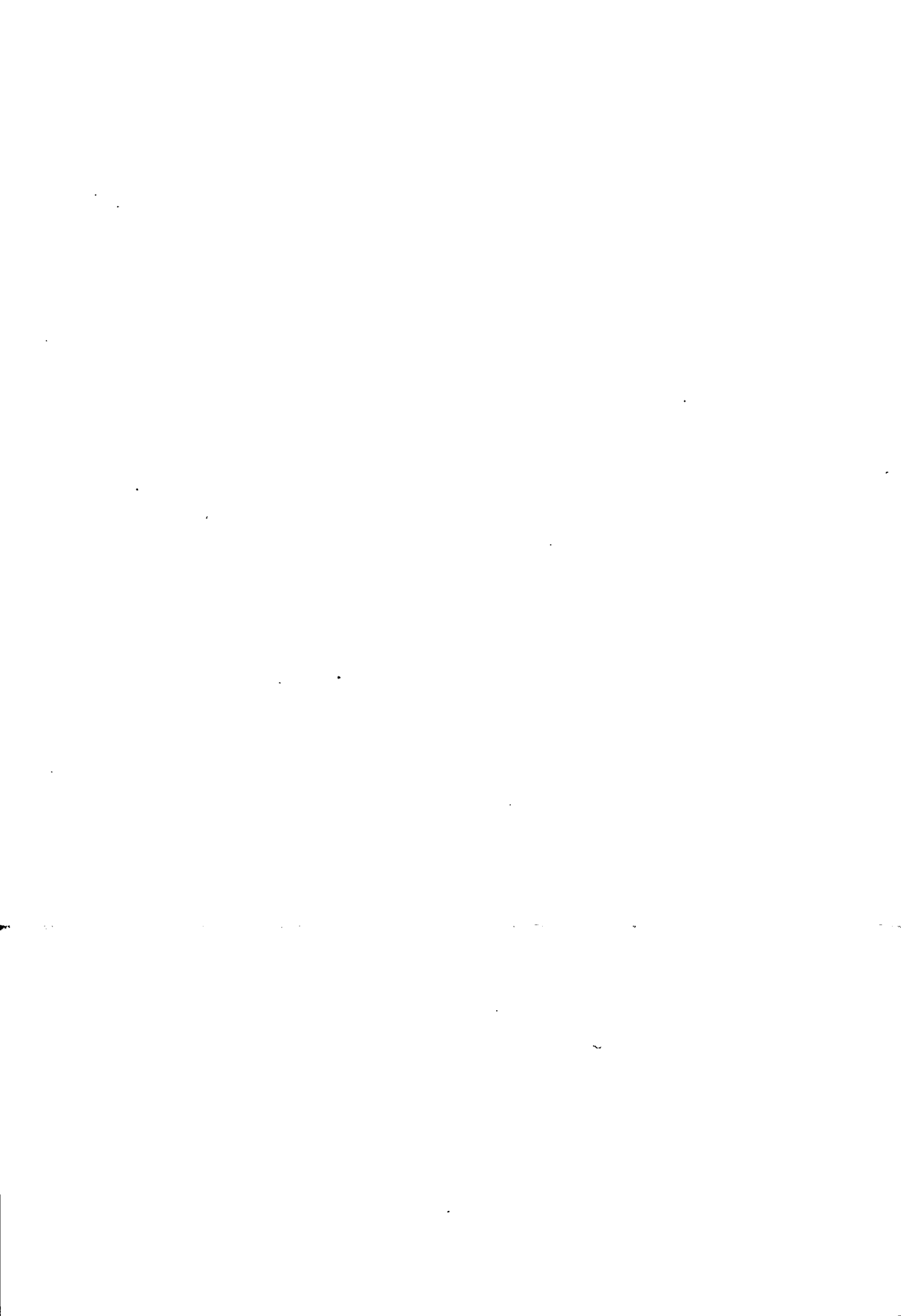
SUOMEN PANKKI
Kirjasto

**Työn kysyntä
Suomen kansantalouden
ekonometrisessa
kokonaismallissa**

Suomen Pankki

Helsinki 1973

Julkaistaan tiedonantona käynnissä olevasta tutkimusprojek-
tista.



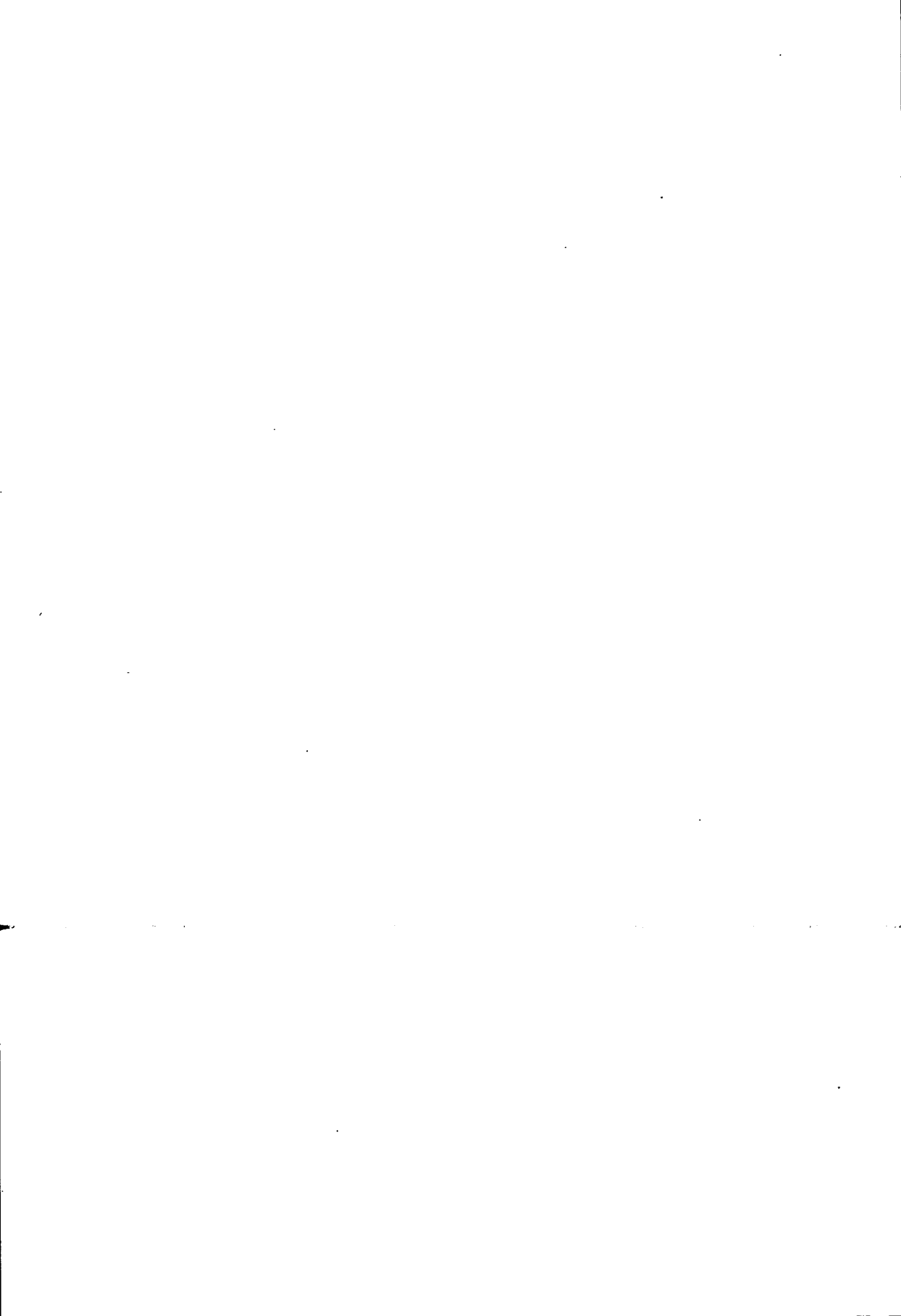
ESIPUHE

Suomen Pankissa vuodesta 1970 lähtien rakennettua Suomen kansantalouden ekonometrinen kokonaismallia on esitelty tämän sarjan julkaisussa D:29. Sen 9. luvussa olen esittänyt työn kysyntäteorian tiivistelmän ja neljään sektoriin jaetun kansantalouden työn kysyntäyhtälöt. Niiden pohjana on ollut tämä tutkimus, joka käsittää laajemman teoreettisen tarkastelun ja kokonaismallin ensimmäisen rakennusvaiheen mukaiset kahdeksan sektoria.

Olen esittänyt tämän tutkimuksen kansantaloustieteen lisensiaattitutkimuksena Helsingin yliopistossa toukokuussa 1972. Työn tullessa nyt julkisuuteen liitän siihen saatteeksi lämpimät kiitokseni sen tekemistä ohjanneille professori Jouko J. Pauniolle, professori Ahti Molanderille ja valtiot. tri Pertti Kukkoselle sekä työtovereilleni taloustieteellisessä tutkimuslaitoksessa.

Helsingissä tammikuussa 1973

Simo Lahtinen

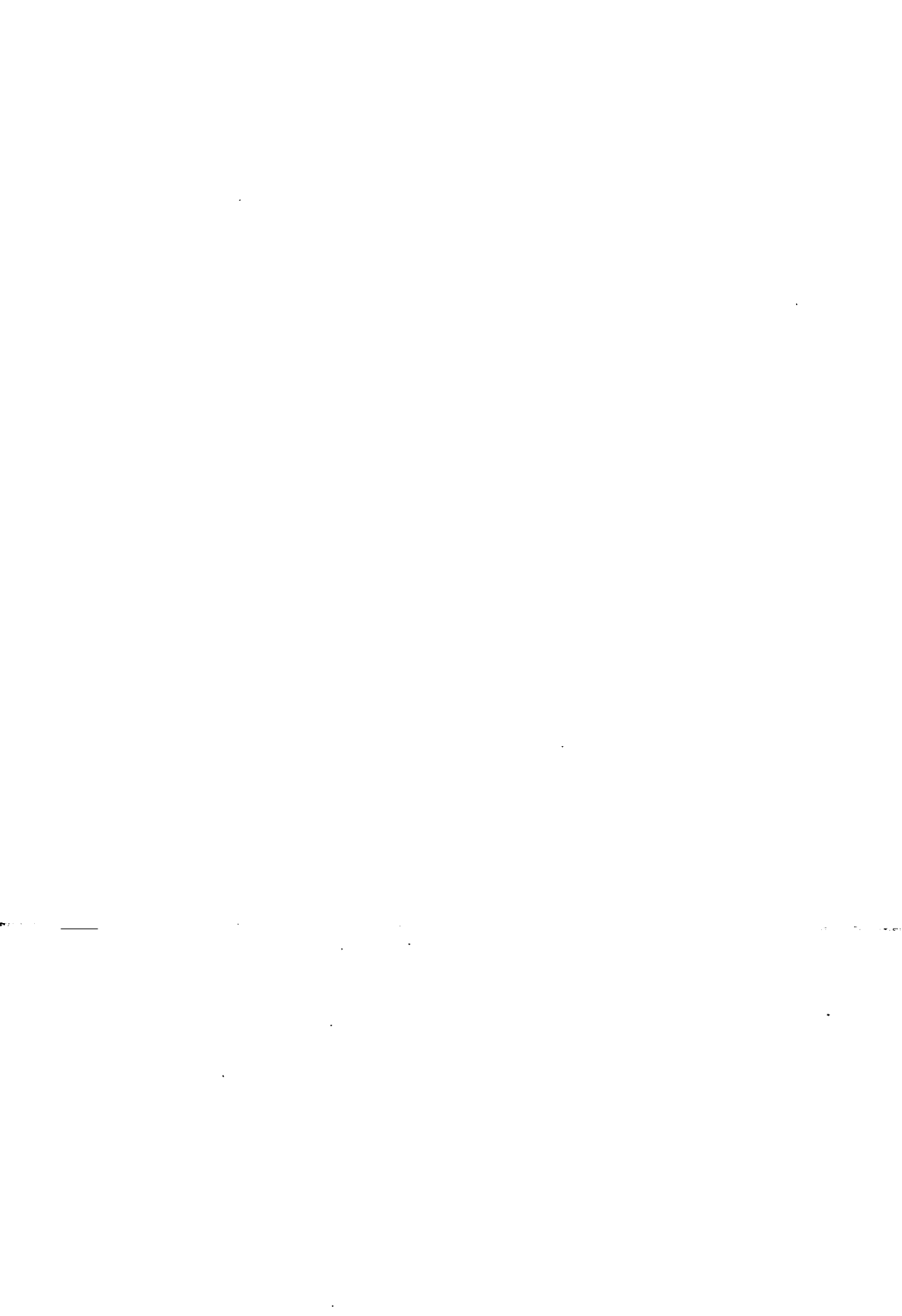


SISÄLLYS

	Sivu
1. Alkusanat ja tutkimuksen rakenne	11
I TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN OSA	14
2. Teoreettisen lähestymistavan valinta	16
3. Tuotantofunktio tuotannon kuvaajana	21
3.1. CES-tuotantofunktio	21
3.2. Tehokkuus CES-tuotantofunktiossa	22
3.3. Tuotantofunktio työn kysynnän spesifikaatiossa	24
4. Voitot yrittäjän taloudellisena tavoitteena	25
5. Yrityksen optimaalinen työn kysyntä	28
5.1. Työn rajatuottavuus	28
5.2. Kilpailun täydellisyys	29
5.3. Työn optimikysyntä	32
6. Työ tuotannontekijänä	33
7. Yrittäjän odotusten muodostuminen	36
8. Vaihtoehtoiset työn kysyntäyhtälöt	38
8.1. Mikrotason työn kysyntäyhtälöt	38
8.2. Teknologinen tehokkuus työn kysyntäyhtälöissä	40
8.3. Työn kysyntäyhtälöiden aggregointi	42
8.4. Makrotason työn kysyntäyhtälöt	43
9. Työn kysyntäteorian arviointia	47
II TUTKIMUKSEN EMPIIRINEN OSA	52
10. Työn kysyntäyhtälöt kokonaismallissa	54
11. Empiiriset muuttujat ja dataongelmat	57

	Sivu
11.1. Selitettävät muuttujat	58
11.2. Selittävät muuttujat	60
11.3. Muuttujien kausitasoitus	63
11.4. Muuttujien muoto estimoinnissa	65
12. Tutkimuksen ekonometrinen välineistö	66
12.1. Estimointimenetelmä	66
12.2. Kokeellinen estimointi	68
12.3. Estimaattien arviointi	71
13. Työn aggregaattikysyntäyhtälöt	72
13.1. Estimointitulokset	72
13.2. Kokonaismalliin valittavat aggregaattiyhtälöt	77
14. Sektoreittaiset työn kysyntäyhtälöt	80
14.1. Estimointitulokset	80
14.2. Kokonaismalliin valittavat sektoriyhtälöt	83
15. Työn kysyntäyhtälöt yhtenäisenä systeeminä	89
16. Työn kysyntälohkon kelpoisuuden koettelu	93
16.1. Lohkon ennustamiskyvystä	94
16.2. Lohkon struktuurista	101
16.3. Lohkon dynamiikasta	104
17. Tutkimuksen empiirisen osan arviointia	108
18. Yhteenveto ja tutkimuksen jatkovaiheita	112
LÄHDELUETTELO	115
TEKSTILIITE LUKUUN 12.3.: Multikollineaarisuudesta	121
DATALIITE	127
ESTIMAATTILIITE	141

	Sivu
KUVIOLIITE	147
Estimointikuviot	149
Simulointikuviot	160
SYMBOLILUETTELO	167
SUMMARY	169
TEKSTIKUVIOT	
1. Työllisyys vuosina 1959-1970	84
2. Työttömyysasteen todellinen ja simuloitu kehitys vuosina 1959-1967	95
3. Työttömyysasteen selitysyhtälö (16.1)	99
4. Muuttajien LHWS4 ja LHWA8 aikaurat	107



1. Alkusanat ja tutkimuksen rakenne

Keväästä 1970 lähtien on Suomen Pankin taloustieteellisessä tutkimuslaitoksessa rakennettu neljännesvuosiaineistoon perustuvaa ekonometrista kokonaismallia Suomen kansantaloudelle. Malliin kohdistuvat odotukset ovat lyhyesti kahtalaiset. Valmistuttuaan sitä on tarkoitus käyttää lyhyen tähtäyksen suhdanne-ennusteiden tuottamiseen. Toisaalta siihen sisällytetään talouspoliittisia instrumentteja, jotta sillä voidaan simuloida talouspoliittisten toimenpiteiden vaikutuksia koko kansantalouden toimintaan. Kolmaskin tavoite ekonometrisilla malleilla yleensä on: suhdanne- ja kasvuteorioiden testaaminen. Tämä aspekti korostuneen mallin rakentamisen myöhemmissä vaiheissa, käytettävissä olevien aikasarjojen lyhyys ei näet vielä riitä luotettavaan testaukseen.

Tällaiset kokonaismallit eivät enää nykyään voi syntyä yksittäisten tutkijoiden työn tuloksena. Tarvittavien ennusteiden yksityiskohtaisuus sekä talouspolitiikan simuloinnin realistisuus edellyttävät niin laajaa ja monipuolista mallia, että se voidaan rakentaa vain useiden tutkijoiden yhteistyönä. Lisäksi tämä rakentaminen on jatkuva kumulatiivinen prosessi. Mallin valmistuttuakin sitä kehitetään edelleen kulloistenkin käyttötarkoitusten mukaan.

Tämä tutkimus keskittyy kokonaismallin yhteen lohkoon, työmarkkinoihin, esitellessään mallin työn kysyntäyhtälöiden talousteoreettisen taustan ja empiirisen sisällön. Tarkastelu on tarkoituksellisesti rajattu työn kysyntään. Työmarkkinoiden muut alueet, lähinnä työn tarjonta, työn hinta eli ansiotasoa sekä julkisen vallan työvoimapolitiikka, ansaitsevat omat selvityksensä.

Tutkimuksen rakenne on totunnaisen kaksijakoinen. Teoreettisen osan tavoitteena on muodostaa kansantaloustieteen tarjoamista aineksista (yrityksen) työn kysyntäteoria ja sen pohjalta spesifioida koko kansantalouden sekä sen eri sektoreiden makrotasoiset työn kysyntäyhtälöt. Empiirisen osan tavoitteena on kokonaismallin ensimmäiseen versioon valittavien työn kysyntäyhtälöiden estimointi teoreettisen osan spesifikaatioiden ja mahdollisten jatkotarkastelujen pohjalta.

Estimointiperiodina ovat vuodet 1958 - 1968 ja muuttujista käytetään neljännesvuosihavaintoja - kysymyksessähän on lyhyen aikavälin malli. Työn kysyntäyhtälöiden valinta kokonaismalliin perustuu pääasiassa estimointitulosten tarkasteluun. Yhtälöiden ennustekykä ja ominaisuuksia tarkastellaan lyhyesti, kun taas laajempi koettelu jää jatkotutkimuksen huoleksi.

Tutkimus on väliraportti koko ajan etenevästä kokonaismallin rakentamisesta. Sekä teoreettisessa että empiirisessä tarkastelussa pyritään kiinnittämään huomiota työn kysyntälohkon kehittämissuuntiin.

Molempien osien johdantoluvuissa selvitetään lyhyesti osan sisältö. Vastaavasti osien viimeiset luvut arvioivat saatuja tuloksia. Tutkimuksen viimeinen luku selvittelee kokonaismallin työmarkkinalohkon kehittämissuuntia. Varsinaisen tutkimusselostuksen keventämiseksi käytetyn datan sisällön esittely, estimointitulokset sekä niihin liittyvät graafit ynnä symboliluettelo ovat erillisinä liitteinä tutkimuksen lopussa.

I TUTKIMUKSEN TEOREETTINEN OSA

Eri maissa rakennettujen ekonometristen kokonaismallien keskinäisen kirjavuuden yhtenä syynä on käyttökelpoisen kansantaloustieteen yleisen teorian puuttuminen. Samoin on laita tämän tutkimuksen kohteen, kokonaismalliin kuuluvan työmarkkinalohkon osalta. Erillisiä työn tarjonta-, työn kysyntä- sekä palkanmääräytymisteorioita ei ole toistaiseksi yhdistämässä ja yhtenäistämässä yleistä työmarkkinoiden taloudellista teoriaa.

Keynesiläiseen talousteoriaan pohjautuva kansantalouden tilinpitojärjestelmä (SNA)¹ antaa käyttökelpoisen rungon ekonometriseen kokonaismalliin. Valittu runko puolestaan osittain määrittelee mallin työn kysyntälohkon sisällön, joskin itse käyttäytymisyhtälöiden tarkempi spesifikaatio jää täysin avoimeksi (2. luku). Työn kysyntäyhtälöt spesifioidaan tässä tutkimuksessa tuotantofunktiosta käsin, ns. johdetun kysynnän funktioina.

1. Ks. esimerkiksi P. Grönlund - O.E. Niitamo (1968).

Esitys etenee työn kysyntäteorian rakentamisjärjestyksessä. Autonomisena taloudellisena päätäntäyksikkönä on yritys. Tämän tuotantoprosessia kuvataan tuotantofunktiolla, johon eksplisiittisesti sisällytetään teknologisen kehityksen vaikutuksia osoittava muuttuja (3. luku). Seuraavaksi esitellään oletus voiton maksimoinnista yrityksen taloudellisen toiminnan tavoitteena (4. luku). Tuotantofunktio ja voiton maksimointi yhdessä määrittelevät yrityksen optimaalisen työn kysynnän. Tuotannon tekijä- ja hyödykemarkkinoilla vallitsevan täydellisen kilpailun oletaminen olisi empiirisen analyysin kannalta yksinkertaisinta, mutta teorian realistisuuden hyväksi tästä oletuksesta yritetään luopua (5. luku). Työn erikoisluonne tuotannon tekijänä vaikuttaa siihen, ettei rationaalinen ja humaani yrittäjä jatkuvasti toteuta työn optimikysyntää. Siksi teoriaan spesifioidaan yrittäjän sopeutumiskäyttäytymistä kuvaava yhtälö (6. luku). Vaihtoehtoisin oletuksin yrittäjän tulevaisuutta koskevista odotuksista (7. luku) päädytään estimointikelpoisiin työn kysyntäyhtälöihin (8. luku). Esitettyssä työn kysyntäteoriassa on vielä puutteita, joita on pyrittävä poistamaan jatkettaessa kokonaismallin työmarkkinalohkon kehittämistä (9. luku).

Tutkimuksen teoreettinen osa ei tavoittele tiukkaa aksio- maattisuutta. Se on syntynyt käytännöllisten tavoitteidensa vuoksi teorian ja empirismin vuorovaikutuksen tuloksena.

2. Teoreettisen lähestymistavan valinta

Työn kysyntäyhtälöiden teoreettisen viitekehikon rajauksessa on otettava huomioon toisaalta itse kokonaismallin asettamat rajoitukset ja toisaalta olemassa olevan talousteorian tarjoamat ainekset.

Kokonaismallin ensimmäinen versio on esitetty eri kirjana, joten siihen ei tässä laajemmin puututa.¹ Puolinetoistastoine yhtälöineen se on keskisuuri malli. Se jakaantuu yhdeksään lohkoon:

1. Työmarkkinat²
2. Tuotanto
3. Tuonti
4. Yksityinen kulutus
5. Yksityiset investoinnit
6. Tulonjako
 - palkat
 - pääomatulot
7. Hinnat
8. Julkinen talous
9. Rahamarkkinat

Eri lohkojen rakentamista yhtenäistää kansantalouden tilinpitäjärjestelmän käyttäminen koko mallin viitekehikkona.

1. A Quarterly Model of the Finnish Economy (1972).
Mallin lyhyt esittely: P. Kukkonen (1971).

2. Käsitteen sisällöksi on tässä kokonaismallissa rajattu työn volyymi, sen tarjonta, sen kysyntä sekä työvoimapolitiikka. Työn hinta, ansiotasotaso, määräytyy tulonjakolohkossa.

Muuta yleistä teoreettista kehikkoa mallissa ei eksplisiit-
tisesti olekaan.

Itsenäisinä suhdannemuuttujina työmarkkinalohkossa selite-
tään aggregaatteina työvoiman tarjonta, sen kysyntä jaettu-
na työllisyyteen, koko työpanokseen ja ansiotyöpanokseen
sekä työttömyys. Lähinnä hinta- ja palkkalohkon tarpeisiin
ansiotyöpanos selitetään lisäksi sektoreihin ositettuna.
Aikasarja-aineiston määräämissä rajoissa työvoimapolitiikkaa
selvitetään julkisen vallan työmäärärahojen vaikutuksia ana-
lysoimalla.

Tarvittavien sekä käytettävissä olevien muuttujien nimeämis-
tä enempää ei itse kokonaismallin kehikko vaikuta työmarkkina-
lohkon spesifikaatioon.

Eri maissa rakennettujen ekonometristen kokonaismallien työn
kysyntälohkot tarjoavat monia teoreettisia lähestymistapoja
työn kysyntäyhtälöiden spesifiointiin. Seuraavassa tarkastel-
laan näistä muutamia yksityiskohtiin ja itse kysyntäteorioi-
den klassisiin, keynesiläisiin tai neoklassisiin piirteisiin
kajoamatta.

Yksinkertaisin lähestymistapa on estimoida työn kysyntäyhtä-
löt pelkän empirismin ohjaamana tukeutumatta formaalisiin ke-
hikkoihin. Menettely lienee aiheellinen vain mallin rakennus-

työn alkuvaiheissa sekä silloin, kun data on erittäin puutteellista.

Käytetyimmän lähestymistavan kehikkona on tuotantofunktioon tiivistetty tuotannon teoria. Tämän lähestymistavan sisällä voidaan ryhmittää kolme erityyppistä tarkastelutapaa, nimittäin ne vaikka estimointitapansa mukaan: tuotantofunktion estimointi, tuotantofunktion käänteisfunktion estimointi sekä johdetun kysynnän funktion (derived demand) estimointi.

Varsinaisessa tuotantofunktiotarkastelussa postuloidaan tuotannon sekä tuotannontekijöiden (työn ja pääoman) väliset suhteet määrittelevä tuotantofunktio, joka estimoidaan sellaisenaan. Jotta siitä saadaan määritellyksi työn kysyntä, on kokonaismallissa oltava lisäksi pääoman kysynnän määrittelevä investointifunktio sekä esimerkiksi (kvasi)panos/tuotos-tarkastelulla kysyntätekijöistä käsin määritelty tuotanto.

Tuotantofunktion ratkaiseminen työn kysynnän suhteen ja tämän tuotantofunktion käänteisfunktion estimointi sellaisenaan riittää määrittelemään työn kysynnän edellyttämättä muulta mallilta niin paljon kuin edellinen lähestymistapa.

Sekä tuotantofunktion että sen käänteisfunktion estimoinnissa tarvitaan yleensä pääomamuuttuja (spesifikaatiosta riippuen), jota tämän tutkimuksen tarkoituksiin ei Suomen tilas-

toista ole saatavissa. Aineistorajoituksen lisäksi tietyt teoreettisetkin syyt puoltavat näiden lähestymistapojen hylkäämistä.¹

Tuotantofunktio ei ilmeisestikään ole riippumaton koko kansantalouden tehokkaan kysynnän tasosta, suhdannelaman aikana tuotannon ja tuotannontekijöiden väliset ja keskiset suhteet poikkeavat suhdannenousun aikana vallitsevista suhteista. Aggregaattituotantofunktion residuaali korreloi siis kansantalouden tehokkaan kysynnän tason kanssa. Lisäksi tuotannontekijäpanokset tavanomaisesti mitattuina ovat keskenään korreloituneita. Näistä syistä tuotantofunktion tai sen käänteisfunktion estimoinnissa kohdataan simultaanisuongelmia, joista päästään vain käyttämällä tuotantofunktiota epäsuorasti ja estimoimalla johdetun kysynnän funktiot sekä työlle että pääomalle. Seuraavissa luvuissa spesifioidaan työn kysyntäyhtälöt tästä näkökulmasta käsin. Pääoman kysyntäyhtälöt ovat oman tutkimuksensa arvoiset.

Tähän teoreettisen lähestymistavan valintaan on ratkaisevasti vaikuttanut eräs M. Nerloven artikkeli, jossa hän analysoituaan 25 eri ekonometrisen mallin tuotanto- ja tuotannontekijälohkoja päätyy käsitykseen, että "the true structural relationships that belong in macro-econometric models are not in fact production functions but rather derived demand functions subject to distributed lags".²

1. M. Nerlove (1967), s. 223 - 224.

2. M. Nerlove (1967), s. 239.

Yrityksen tuotantofunktion tarkastelu ja yrityksen työn kysynnän johtaminen siitä käsin työn kysynnän makrospesifikaatiota varten perustuu käsitykseen, jonka mukaan todelliset kausaalisuhteet ovat mikrotason muuttujien välisiä ja makromuuttujien väliset relaatiot koostuvat näistä.

Vähälukuiset suomalaiset työn kysyntätutkimukset eivät juuri ole vaikuttaneet tässä valittuun lähestymistapaan tai itse teoreettiseen tarkasteluun. Keskipitkän aikavälin vuositasoisen kokonaismallin MEPLAMOn työn kysyntäteoria sisältyy lauseeseen: "The movement of labour input was generally considered as dependent on the output of the sector and on technical development, as measured by time."¹ A. Molanderin Suomen kansantalouden hintoja, palkkoja ja työllisyyttä koskevan tutkimuksen työn kysyntäteoriassa² on joitakin yhteisiä piirteitä tässä tutkimuksessa esitetyn teorian kanssa, mutta toisine tavoitteineen se jää yleisemmäksi ja yksinkertaisemmaksi.

-
1. Economic Planning Centre (1970), s. 12.
 2. A. Molander (1969), s. 42 - 45.

3. Tuotantofunktio tuotannon kuvaajana

3.1. CES-tuotantofunktio

Tarkastelun kohteeksi otetaan kansantalouden jonkin sektorin edustava yritys j . Periodina t se tuottaa homogeenista hyödykettä Q määrän Q_{jt} käyttäen tuotantoprosessissa kahden homogeenisen tuotannontekijän, työn L ja pääoman K panoksia L_{jt} ja K_{jt} .¹ Välituotteiden käyttöä ei tässä tarvitse ottaa huomioon, koska tuotos Q_{jt} on value added -suure.²

Oletetaan, että yrityksen tuotantoprosessia voidaan luotettavasti kuvata matemaattisella relaatiolla, tuotantofunktiolla, joksi valitaan CES-tuotantofunktio:³

$$(3.1) \quad Q = \gamma \left[\alpha L^{-b} + (1-\alpha) K^{-b} \right]^{-h/b}.$$

Sen skaalaparametri γ osoittaa tuotantoprosessin teknisen tehokkuuden, distribuutioparametri α osoittaa tuotannontekijöiden suhteelliset osuudet tuotannon arvosta, substituutioparametri b paljastaa tuotannontekijöiden välisen korvattavuuden, josta voidaan laskea substituutiojousto $\sigma = 1/(1+b)$,

1. Esityksen yksinkertaistamiseksi alaindeksejä käytetään tästä lähin vain selvyden sitä vaatiessa.

2. M. Evans (1969), s. 245.

3. Funktion johtivat Arrow, Chenery, Minhas ja Solow (1961) empiirisestä relaatiosta $\ln(Q/L) = a + b \ln(W/P) + u$, jossa W on ansiotaso, P hintataso ja u virhetermi. Kerroin b on substituutiojouston α estimaatti. CES-funktion nykytilasta ks. M. Nadiri (1970).

ja tuottoparametri h osoittaa tuotannossa vallitsevan tuottojen asteen.

Relaatioon (3.1) olisi liitettävä taloudellisen tapahtumisen stokastisen elementin huomioon ottava virhetermi. Yksinkertaisuuden vuoksi niin tuotantofunktiota kuin muitakin esille tulevia riippuvuuksia käsitellään eksakteina ja estimoinnin edellyttämään stokastisuuteen siirrytään vasta makrotason työn kysyntäyhtälöissä.

3.2. Tehokkuus CES-tuotantofunktiossa

Tuotantofunktio tiivistää matemaattiseksi riippuvuudeksi tuotoksen tekemisen tavan, tuotannon teknologian. Kun tuotantotapa muuttuu, on sen ilmentävä myös tuotantofunktiossa.

Neutraali (sekä työtä että pääomaa tukeva) teknologinen kehitys vaikuttaa tuotoksen ja panosten väliseen suhteeseen muuttamalla CES-funktion parametreista tehokkuutta γ ja tuottojen astetta h . Ei-neutraali (joko työtä tai pääomaa tukeva) teknologinen kehitys muuttaa panosten käyttösuhteita vaikuttamalla jakaumaparametriin α .¹ Koska on ilmeistä, että käytettävissä olevalla aikasarjamateriaalilla ei koetella teknologisen kehityksen luonnetta, tutkimuksen tarkoituksiin riittää neutraalin muutoksen sisällyttäminen CES-funktioon. Näin käy kun tehokkuusparametri γ oletetaan pääoman K funktioksi:²

1. Ks. esim. O.E. Niitamo (1969), s. 42.

2. Vrt. W. Driehuis (1970), s. 19.

$$(3.2) \quad \gamma^{-b/h} = \phi(1-\rho)K_{-1}^{\eta},$$

jossa ρ on poistokerroin. Poistoinvestointien oletetaan olevan kiinteästi pääomakannasta riippuvia. Datapulan vuoksi pääoma K on tässä yhteydessä oletettava trendimuuttujasta T riippuvaksi:

$$(3.3) \quad K_t = K_0 e^{\delta T},$$

jossa K_0 on pääomakanta alkuperiodilla $t=0$. Tällöin saadaan

$$(3.4) \quad \gamma^{-b/h} = \phi(1-\rho)K_0^{\eta} e^{\delta T}.$$

Investointien vaikutus työn tuottavuuteen otetaan huomioon edellistä eksplisiittisemmin, kun yhtälön (3.3) sokean trendin asemesta pääoma yhtälössä (3.2) korvataan jakautuneesti viivästetyillä investoinneilla I . Pääomakantahan on investointien kertymä. Tässä tapauksessa¹:

$$(3.5) \quad \gamma^{-b/h} = \prod_0^{\infty} \frac{W_i}{I_{-i}}.$$

Tuotantofunktioon (3.1) sijoitettuna tämä yhtälö osoittaa investointien (pääoman) aikauran vaikutuksen työn käyttöön tuotantoprosessissa. Estimoinnin mahdollistava viivästysjakauman w spesifiointi suoritetaan kahdeksannessa luvussa.

1. Vrt. W. Driehuis (1970), s. 32 ja P. Dhrymes (1969), s. 115.

3.3. Tuotantofunktio työn kysynnän spesifikaatiossa

Yrityksen tuotantoprosessia kuvaavasta tuotantofunktiosta (3.1) johdetaan tuonnempana eräin lisäoletuksin yrityksen työn kysyntä. Se on siis yksi teorian perusoletuksista, aksiooma, jonka itsensä verifiointiin empiirisessä analyysissä ei pyritäkään.

Itse asiassa se harvoin onkaan todellisuudessa tosi, sillä tässä yhteydessä se toimii tuotoksen ja panosten väliset sekä keskiiset suhteet määrittävänä staattisena pitkän tähtäyksen optimirelaationa. Suunnitellessaan omaa taloudellista aktiviteettiaan yrittäjä käyttää tätä optimirelaatiota ohjenuoranaan. Poikkeamat sen suhteista ovat lyhyellä aikavälillä mahdollisia ja luonnollisia.

CES-tuotantofunktion (3.1) käyttö olisi tietysti perusteltava teoreettisilla ja empiirisillä argumenteilla. Eri tuotantofunktioiden ominaisuuksia ja kelpoisuutta Suomen kansantalouteen ei tässä lähdetä koettelemaan, ettei itse päämäärä, työn kysyntä hämärtyisi. Tutkimuksen alkuvaiheissa tarkastelluista muutamista muista tuotantofunktioistakin päästään tietyn oletuksin samansisältöisiin työn kysyntäyhtälöihin kuin tässä työssä on päästy. Kysymyksessä on identifiointiongelma; johdetun yhtälön (työn kysynnän) taustana olevaa taloudellisen käyttäytymisen struktuuria (tuotantofunktiota) ei pystytä yksikäsitteisesti määrittämään. Tuotantofunktion valintaongelman ratkaisu edellyttää niiden mikrotasoisia poikki-

leikkaustutkimuksia, aggregaattidatalla saattaa olla mahdollonta erotella eri tuotantofunktioita aikasarjadataan suhteellisen pienen vaihteluvälin vuoksi.

Muuttujat Q , L ja K olisi selvyiden vuoksi symboloitava esimerkiksi tähdillä osoittamaan sitä, että tarkastelussa on kyse näiden muuttujien ex_ante -tasapainoarvoista. Periodin t alussa yrittäjä suunnittelee kysyntä- ym. arvioiden perusteella tällä periodilla tuottavansa määrän Q_{jt}^* ja tämä tuotomäärä edellyttää panostekijöitä tuotantofunktion sekä seuraavassa luvussa tarkastellun voiton maksimoinnin mukaiset määrät L_{jt}^* ja K_{jt}^* . Tähditetyjä muuttujia käytetään kuitenkin vasta täsmällisyyden välttämättä sitä vaatiessa.

4. Voitot yrittäjän taloudellisena tavoitteena

Yrityksen taloudellisesta käyttäytymisestä on edellä esitelty volyyymisuureisiin perustuva tuotantofunktio. Tämä ei vielä riitä työn kysynnän spesifioimiseen.¹ Volyyymeihin on liitettävä hinnat ja yrittäjän taloudellisen toiminnan tavoitteista on tehtävä oletukset, jotta yrityksen tuotanto-toiminnassa tarvitsema työn määrä determinoituisi.

1. Tuotantofunktion (3.1) käänteisfunktion $L = f(Q, K)$ käyttö olisi teoreettisesti kyseenalaista. Sitä paitsi sen estimointi on miltei mahdotonta. Ks. M. Nerlove (1967) ja edellä s. 18.

Annetaan yrittäjän saada tuotteestaan Q hinta P . Panostekijät työ L ja pääoma K saavat yrittäjältä korvauksena tuotantoprosessiin osallistumisesta yksikkökorvaukset W ja R . Tällöin yrityksen tuotannon arvo on PQ ja tuotannontekijöille maksetaan kokonaiskorvaukset WL sekä RK .

Konventionaalisen mikrotalousteorian primaarihypoteesina on ollut oletus voittojen maksimoinnista yrittäjän toiminnan tavoitteena. Myöhempi yrityksen teoria on päätyntä käsitykseen, että modernin yrityksen preferenssifunktion optimoitavat muutujat ovat moninaiset. Tärkein taloudellinen tavoite on kuitenkin kahtalainen: myyntituottojen maksimointi ja tuotantokustannusten minimointi.¹

Myyntituottojen maksimoinnissa yrittäjä ottaa huomioon hintojen muutosten kysyntä- ja hintakilpailuvaikutukset sekä voittojen suuruuden vaikutukset toisaalta yrityksen rahoitukseen ja toisaalta uusien kilpailijoiden syntymiseen. Määrättyään myyntituotot maksimoivan tuotannon tason yrittäjä pyrkii tuotamaan tämän tuotoksen minimikustannuksilla.

Nämä tavoitteet poikkeavat tämän tutkimuksen kannalta tarkasteltuna niin vähän tavanomaisesta voiton maksimoinnista, ettei niiden jatkotarkasteluun ole tarpeen ryhtyä. Toinen tätä puoltava seikka on se, ettei erilaisten voittoyhtälöiden spesifiointi tutkimuksen alkuvaiheissa tuonut olennaista uutta tavan-

1. Käsityksen välitti T. Brown (1970), s. 75-88.

omaiseen voiton maksimointiin verrattuna. Tämän kohtalon ko-
kivat kirjallisuudesta poimitut reaali-voittojen maksimointi,¹
voittojen matemaattisen odotusarvon maksimointi² sekä yrityk-
sen tuottojen diskontatun nykyarvon maksimointi³. Kaikki joh-
tivat samanlaiseen työn kysyntäyhtälöön. Tämä on tyypillinen
identifiointiongelman, joka tuli jo edellä esiin tuotantofunk-
tion valinnan yhteydessä.

Klassisen mikrotalousteorian mukaisesti oletetaan yrittäjän
pyrkivän maksimoimaan voittonsa Π , jotka yksinkertaisesti
ovat tuotannon arvosta PQ työkustannusten WL ja pääomakus-
tannusten RK vähentämisen jälkeen jäävä osa:⁴

$$(4.1) \quad \Pi = PQ - WL - RK .$$

Taaskin on huomattava, ettei yhtälön (4.1) maksimin tarvitse
toteutua joka periodina. Tarkastelun kohteena on yrittäjän
toiminnan suunnittelu, ei itse toiminta tuloksineen. Voitto-
yhtälön muuttujat ovat edellä mainittuja ex ante -tasapaino-
arvoja.

1. Ks. P. Zarembka (1971), s. 53-54.

2. CES-funktion estimoinnin kannalta tämä postulaatti on mie-
lenkiintoinen. Lähemmin D. Hodges (1969), s. 721-722.

3. Ks. esim. M. Nadiri (1968), s. 274.

4. Pääomakustannusten RK sisällön pohtiminen on tarpeetonta,
koska tarkastelun partiaalisuuden vuoksi termi häviää seuraa-
vassa luvussa.

5. Yrityksen optimaalinen työn kysyntä

5.1. Työn rajatuottavuus

Yrityksen optimaalinen työn kysyntä on suure, jonka on mahdollistettava suunnitellun tuotosmäärän tuottaminen ja joka samalla toteuttaa yrittäjän tavoitteeksi oletetun voiton maksimoinnin. Matemaattisesti tähän optimiin päästään maksimoimalla voittoyhtälö (4.1) tuotantofunktion (3.1) asettamalla rajaehdolla.

Voiton maksimoinnin välttämättömät ensimmäisen asteen ehdot ovat:¹

$$(5.2) \quad \frac{\partial \Pi}{\partial L} = 0 \quad \text{ja} \quad \frac{\partial \Pi}{\partial K} = 0 .$$

Voittoyhtälöstä (4.1) saadaan ehdon (5.1) mukaan:

$$(5.3) \quad \frac{\partial PQ}{\partial L} = \frac{\partial WL}{\partial L} .$$

Merkitään symboli E_Q tuotannon arvon joustoksi tuotannon suhteen sekä vastaavasti symboli E_L työn saaman kokonaistuotantotekijäkorvauksen joustoksi työn suhteen:

$$(5.4) \quad E_Q = \frac{\partial PQ/PQ}{\partial Q/Q} \quad \text{ja} \quad (5.5) \quad E_L = \frac{\partial WL/WL}{\partial L/L} .$$

1. Ks. esim. J. Marschak - W. Andrews (1944).

Tällöin saadaan maksimivoittoehto (5.3) seuraavaksi:

$$(5.6) \quad \frac{\partial Q}{\partial L} = \frac{WE_L}{PE_Q}$$

Tämän työn rajatuottavuusehdon mukaisesti yrittäjän kanttaa rekrytoida työtä tuotantoprosessiinsa siihen asti, että viimeisen rekryytin dL tuotos (rajatuotos) vastaa tämän saamaa reaalikorvausta (rajakustannusta):

$$(5.7) \quad \frac{\partial Q}{\partial L} dL = \frac{WE_L}{PE_Q} dL.$$

Vastaava rajatuottavuusehto voidaan johtaa myös pääoman käytölle. Työn ja pääoman rajatuottavuusehdot yhdessä ratkaisuina aikaansaavat varsinaiset näiden tuotannontekijöiden kysyntäyhtälöt.¹ Tietäen työn kysyntä -käsitteen osittaisen väärinkäytön sekä tarkastelun ontuvuuden johdetaan työn kysyntä tässä kuitenkin partiaalisesti suoraan työn rajatuottavuusehdosta (5.6). Sitä ennen on vielä tarkasteltava tuotannontekijä- ja hyödykemarkkinoista tehtäviä oletuksia.

5.2. Kilpailun täydellisyys

Arvojousten E_Q ja E_L sekä näitä vastaavien tuotoksen kysynnän hintajousten e_Q ja työn tarjonnan hintajousten e_L välillä pätevät seuraavat yhteydet:²

-
1. M. Nadiri (1968), s. 274-275.
 2. J. Marschak - W. Andrews (1944).

$$(5.8) \quad E_Q = 1 + 1/e_Q \quad \text{ja} \quad (5.9) \quad E_L = 1 + 1/e_L .$$

Mikäli sekä tuotannontekijämarkkinoilla että hyödykemarkkinoilla vallitsee täydellinen kilpailu, ts. vastaavat hintajoustot e_L ja e_Q ovat äärettömät, yrittäjän voiton maksimoinnin yhdeksi kriteeriksi tulee työn rajatuottavuuden ja reaaliensiotason yhtäsuuruuden ehto:

$$(5.10) \quad \frac{\partial Q}{\partial L} = \frac{W}{P} .$$

Sen sijaan, jos markkinoiden täydellisen kilpailun oletusta ei haluta tehdä, työn kysyntäyhtälön johtamisessa esitetyt hintajoustot on otettava huomioon. Ongelmasta päästään toteamalla, ettei markkinoiden epätäydellisyyden aste ole nimenomaisen kiinnostuksen kohde ja ettei sen vaikutusta lyhyen aikavälin tarkastelussa ole tarpeen ottaa mukaan.¹ Tällöin hintajoustot e_L ja e_Q on oletettava joko yhtäsuuriksi tai ajan suhteen vakioiksi, mikä merkitsee jonkinasteisen monopolin olettamista molemmille markkinoille.

Mielenkiintoisempi vaihtoehto on masentumatta hintajoustojen mittausvaikeuksista hakea näille korvikemuuttujaa. Empirian rajoitukset muistaen postuloidaan tässä tutkimuksessa hintajoustot e_L ja e_Q yksinkertaisesti kapasiteetin käyttöasteen C kasvaviksi funktioiksi.² Tuotantokapasiteetin

1. Näin esimerkiksi P. Dhrymes (1969), s. 113.

2. W. Driehuis (1970), s. 19, 23 sekä M. Evans - L. Klein (1967), s. 34.

ollessa lähellä täyskäyttöään esimerkiksi työn tarjonnan hintajousto e_L on ceteris paribus -tilanteessa suurempi kuin vastaavalla käyttöasteella. Tehty oletus vastaa täältä osin käsitteiksi ns. marginaalityövoiman suhdannereaktioista,¹ joita tarkastellaan työmarkkinlohkon työn tarjontaa koskevassa raportissa.

Funktio- ja tarkemmin täsmentämättä oletetaan, että $e_L = f_1(C)$ sekä $e_Q = f_2(C)$. Näiden ensimmäisten derivaattojen on oltava positiivisia ts. $f'_1, f'_2 > 0$. Tällöin voidaan yhtälöiden (5.8) ja (5.9) perusteella olettaa, että:

$$(5.11) \quad \frac{e_L}{e_Q} = C^\tau.$$

Parametrin τ etumerkki on negatiivinen, mikäli $f'_1 > f'_2$. Ehto ei liene epärealistinen. Työn tarjontajousto reagoinee herkemmin suhdannevaihteluihin kuin hyödykkeiden kysyntäjousto.

Työn rajatuottavuuslausekkeeksi tulee näin:

$$(5.12) \quad \frac{\partial Q}{\partial L} = \frac{W}{P} C^{-\tau}.$$

Sen mukaan yrittäjän maksimivoiton ehtona on työn rajatuottavuuden ja kapasiteetin käytöllä painotetun reaaliensiotason yhtäsuuruus.

1. Yhteenveto näistä: W. Bowen - A. Finegan (1969), s. 609 - 626.

5.3. Työn optimikysyntä

Derivoinnin jälkeen logaritmoidusta lausekkeesta (5.12) saadaan yrityksen optimaaliseksi työn kysynnäksi:¹

$$(5.13) \quad \ln L = \ln(\alpha h \gamma^{-b/h})^{1/(1+b)} + \frac{1+(b/h)}{1+b} \ln Q - \frac{1}{1+b} \ln(W/P) \\ + \frac{\tau}{1+b} \ln C.$$

Työn optimikysyntä on sen mukaan tuotannon ja kapasiteetin käytön kasvava funktio sekä reaalipalkkojen laskeva funktio.

Symboloimalla yhtälön (5.13) parametrit uudestaan sekä merkitsemällä tähti selitettävän muuttujan sekä heittomerkit selittäjien yläkulmaan saadaan:

$$(5.14) \quad \ln L^{\times} = a_0 + a_1 \ln Q^{\prime} - a_2 \ln(W^{\prime}/P^{\prime}) + a_3 \ln C^{\prime}.$$

Kysyntäyhtälössä (5.14) muuttujien L, Q, W, P sekä C arvot ovat edelleenkin ex_ante -suureita. Ne symboloitiin uudestaan vastaamaan niiden tulkinnan eriytymistä. Odotetun voiton maksimointi pitkän aikavälin tuotantofunktion rajoittamana määrittelee tuotantoprosessissa tarvittavan työn optimimäärän L^{\times} odotetun (suunnitellun) tuotoksen Q^{\prime} tuottamiseksi, kun yrittäjä odottaa hintojen ja palkkojen olevan tasoil-la P^{\prime} ja W^{\prime} sekä tuotantokapasiteetin olevan C^{\prime} :n mukaisesti käytössä.

1. Yhtenä esimerkkinä samansisältöisestä, toisesta tuotantofunktiosta johdetusta työn kysyntäyhtälöstä mainittakoon A. Molander (1969), s. 45. Siinä tosin on implisiittisesti oletettu täydellinen kilpailu. CES-funktion merkitys työn kysynnän johtamisessa liittyy lähinnä parametrien tulkintaan.

6. Työ tuotannontekijänä

Työn kysyntäteorian empiirinen verifiointi ja käyttö edellyttää siirtymistä edellisten lukujen muuttujien havaitsemattomissa olevista ex_ante-tasapainoarvoista toteutuneisiin ex_post-havaintoihin. Tämä käy päinsä spesifioimalla sopeutumisfunktio, joka osoittaa toteutuneen työn kysynnän L aikauran kohti pitkän aikavälin tasapainoarvoaan L^* . Vastavasti on määriteltävä yrittäjän odotusten muodostuminen, mikä suoritetaan seuraavassa luvussa.

Yksinkertaisinta on olettaa työ täysin muuttuvaksi tuotannontekijäksi klassisen talousteorian tapaan. Tällöin työn kysynnän optimitaso toteutuu jokaisella periodilla riippumatta tarvittavan muutoksen suunnasta ja suuruudesta. Unohtaen taloudelliseen tapahtumiseen liittyvän stokastisuuden voimme kirjoittaa tämän relaation logaritmisena:

$$(6.1) \quad \ln L = \ln L^*$$

Ilmiselvästi tehty oletus on kuitenkin tarpeettoman epärealistinen. Työn käyttö tuotannossa aiheuttaa yrittäjälle kahdenlaisia kustannuksia. Varsinaiset palkkamenot vaihtelevat työn käytön mukaan. Yrityksen investoinnit työvoimaansa tekevät työstä ns. puolikiinteän (quasi-fixed) tuotannontekijän. Näitä investointeja ovat työvoiman rekrytointi- ja koulutuskustannukset. Tällaisten kiinteiden kustannusten vuoksi yrittäjän ei ole rationaalista sopeuttaa työn kysyntäänsä

(6.1):n tavoin vastaamaan välittömästi tuotannossa, kapasiteetin käytössä tai hinnoissa tapahtuvia muutoksia.¹ Tehdyt työsopimukset saattavat myös hidastaa työn kysynnän muutoksia. Teknologiset tekijät voivat edellyttää tiettyä työn käytön määrää riippumatta tuotannon tasosta. Lisäksi tähän työn varastointiin vaikuttavat hyvinvointivaltiolle ominaiset moraaliset tekijät.² Muiden hyödykkeiden tavoin tuotantohyödyke työ ei ole erotettavissa omistajastaan, ihmisestä.

Työn puolikiinteästä luonteesta huolimatta on vaikeata apriorisesti määritellä sopivaa sopeutumismekanismia (6.1):n tilalle. Ensimmäisenä vaihtoehtona postuloidaan tässä sopeutusfunktio, jossa työn käyttöä muutetaan joka periodi suhteessa edellisen periodin toteutuneen ja uuden optimaalisen työn käytön väliseen eroon (6.2). Toisena vaihtoehtona tarkastellaan sopeutumismekanismia, jossa työn käytön sopeuttamisnopeuteen vaikuttaa lisäksi tuotannon odotettu muutosvauhti (6.3).³

$$(6.2) \quad \ln L - \ln L_{-1} = \lambda_1 (\ln L^* - \ln L_{-1}).$$

$$(6.3) \quad \ln L - \ln L_{-1} = \lambda_2 (\ln L^* - \ln L_{-1}) + \lambda_3 (\ln Q' - \ln Q_{-1}).$$

Parametri λ_1 on sopeutuksen joustokerroin. Se osoittaa tarvittavan sekä toteutuneen työn käytön muutoksen suhteen. Se on rajoitettava välille (0,1).⁴ Hypoteesia työn puolikiinteästä luonteesta voitaneen testata sen estimaatin avulla.

1. W. Oi (1962), s. 538-543.

2. A. Okun (1970), s. 142-145.

3. Jakautuneista viiveistä ja sopeutusfunktioista ks. M. Nerlove (1958).

4. M. Nerlove (1958), s. 18.

Jos λ_1 osoittautuu 1:ksi, työtä voidaan pitää täysin muuttuvana tuotannontekijänä. Tällöin sopeutumismekanismi (6.2) vastaa täydellisen sopeutuksen oletusta (6.1). Vastakohtaisesti työ on täysin kiinteä tuotannontekijä, jos $\lambda_1 = 0$.

Funktion (6.2) lineaarinen vastine on siitä mielenkiintoinen, että se voidaan johtaa kvadraattisesta kustannusfunktioista, joka sisältää normaalit palkkakustannukset, työn käytön muutoksista (rekrytointi, irtisanominen) johtuvat kustannukset sekä yritykselle optimaalisesta työn käytön tasosta poikkeamisesta koituvat kustannukset.¹

Joustokerroin λ_3 välittää tuotannon muutosnopeuden vaikutuksen työn kysynnän sopeuttamiseen. A priori sen olisi oltava positiivinen. Sopeutusfunktion (6.2) käyttö synnyttää geometrisesti jakautuneen viiverakenteen logaritmoidun L:n ja Q:n välille yhtälössä (5.14). Muuttuja $\ln(Q^*/Q_{-1})$ tekee viiverakenteen hieman yleisemmäksi jakaumaksi, joka on geometrinen vasta ensimmäisen termin jälkeen.²

Sopeutusmekanismeja voidaan spesifioida mielin määrin. Tässä tarkastelussa rajoitutaan vaihtoehtoihin (6.1), (6.2) ja (6.3) tietäen, että tämä rajoittuminen voi synnyttää harhaa estimoinnissa, jos sopeutusmekanismin struktuurina geometrisen viivejakauman asemesta on jokin muu viiverakenne.

1. R. Solow (1968), s. 481-484.
2. R. Fair (1969), s. 13.

7. Yrittäjän odotusten muodostuminen

Analogisesti edellä ensin oletetun työn kysynnän täydellisen sopeutumisen (6.1) kanssa oletetaan yrittäjän odotusten olevan täydelliset:¹

$$(7.1) \quad \ln Q' = \ln Q,$$

$$(7.2) \quad \ln(W/P)' = \ln(W/P),$$

$$(7.3) \quad \ln C' = \ln C.$$

Itse odotusten muodostumisen prosessiin, ennakointiin, ei tässä syvennytä. Olennaista on ennusteiden osuvuus. Aina-kaan tuotanto-odotusten osalta ei odotusten täydellisen osuvuuden olettamisen liene niin epärealistista kuin miltä se kuulostaa, varsinkin jos odotukset ovat suunnitelmia, joiden toteuttamisesta ei periodin aikana poiketa. Nykyään kehittyneiden ennustemenetelmien käyttö yrityksen toiminnan suunnittelussa puoltaa osaltaan hypoteesin käyttöä suhteellisen lyhyiden suunnitteluperiodien ollessa kyseessä.

Tuotanto-odotuksille annetaan yhtälön (7.1) lisäksi vaihtoehtoinen spesifikaatio, epätäydellisen sopeuttamisen (6.2) kaltainen adaptiivisten odotusten mekanismi. Siinä tuotanto-odotuksia muutetaan suhteessa edellisen periodin odotusten ja toteutuneen tuotantokehityksen väliseen poikkeamaan:²

1. Vrt. R. Fair (1969), s. 55 - 57.

2. Myös odotusfunktioista ks. M. Nerlove (1958).

$$(7.4) \quad \ln Q' - \ln Q'_{-1} = \beta (\ln Q - \ln Q'_{-1}), \quad 0 \leq \beta \leq 1.$$

Vastaavanlaiset odotusmekanismit voidaan muodostaa reaali-palkkoja sekä kapasiteettia koskeville odotuksille. Relaatioiden (7.2) ja (7.3) katsotaan kuitenkin riittävän tässä tarkastelussa. Tämä vähentää olennaisesti tehtävien estimointikokeilujen määrää; eri sopeutusfunktiot ja esitetyt tuotanto-odotukset tuonevat jo riittävästi vaihtoehtoja estimointiin. Toisaalta tässä ei haluta erityisesti korostaa reaali-palkan merkitystä työn kysynnän determinanttina, koska korostaminen edellyttäisi tuotannontekijä- ja hyödykemarkkinoiden tarkempaa analysointia kuin tässä on mahdollista suorittaa. Lisäksi jo kahden adaptiivisen odotusmekanismin ja epätäydellisen sopeutumisen mekanismin toisiinsa kytkeminen hankaloittaa estimointia ja identifiointia kohtuuttomasti.

Spesifikaatiota hienonnettaessa on muistettava tutkimuksen makroluonteisuus ja käytettävän datan aggregatiivisuus. Kovin hienosyisten spesifikaatioiden ja monimutkaisten viivejakaumien erotteluun ei aggregaattidataa voida luotettavasti käyttää.¹

Tutkimuksen alkuvaiheessa kokeiltiin työn kysynnän pääselittäjän, tuotantoon, myös muunlaisia odotusfunktioita kuin yhtälöt (7.1) ja (7.4). Erilaisina painotettuina keskiarvoina toteutuneesta kehityksestä muodostetut tuotanto-odotukset lisäsivät kuitenkin estimoitujen yhtälöiden selittäjien välistä multikollineaarisuutta sen verran, että näistä odotusfunktioista

1. Käsityksestä lähemmin R.C. Fair (1971), s. 11.

oli luovuttava. Painojen a priori -rajoittaminen poistaisi multikollineaarisuusongelman täältä osin, mutta siihen ei katsottu olevan syytä ryhtyä.

8. Vaihtoehtoiset työn kysyntäyhtälöt

8.1. Mikrotason työn kysyntäyhtälöt

Yksinkertaisin empiirinen työn kysyntäyhtälö saadaan edellisten lukujen aineksista, kun työn optimikysyntään (5.14) sijoitetaan oletus työn kysynnän täydellisestä sopeutumisesta (6.1) sekä oletukset tuotanto-, kapasiteetinkäyttö- ynnä reaalityö-kaadotusten täydellisyydestä, siis yhtälöt (7.1), (7.2) sekä (7.3):

$$(8.1) \quad \ln L = a_0 + a_1 \ln Q - a_2 \ln(W/P) + a_3 \ln C .$$

Siirtyminen täydellisen sopeutuksen oletuksesta (6.1) perustellumpaan epätäydellisen sopeutuksen mekanismiin (6.2) lisää kysyntäyhtälöön selitettävän muuttujan viivästetyn arvon

$$\ln L_{-1}^1$$

$$(8.2) \quad \ln L = a_0 \lambda_1 + a_1 \lambda_1 \ln Q - a_2 \lambda_1 \ln(W/P) + a_3 \lambda_1 \ln C \\ + (1 - \lambda_1) \ln L_{-1} .$$

1. Sopeutusparametrin λ_1 arvolla 1 yhtälö (8.2) redusoituu yhtälöksi (8.1).

Epätäydellisen sopeutuksen mekanismia on arvoiteltu sen vakioisuuden vuoksi. Sopeutuksen joustokerroin λ_1 on sama riippumatta tarvittavan muutoksen ($\ln L^x - \ln L_{-1}$) suunnasta ja suuruudesta. Ongelmaan ei ole esitetty luotettavaa ratkaisua. Tarvittavan muutoksen suuruuden vaikutusta sopeutusprosessiin pyritään tässä tutkimuksessa ottamaan osittain huomioon vaihtoehtoisesti oletetulla painotetun sopeutuksen mekanismeilla (6.3), jossa muuttujan $\ln(Q/Q_{-1})$ joustokerroin λ_3 lisää tai supistaa työn kysynnän sopeutusta tuotannon odotetun muutoksen mukaan. Tässä tapauksessa saadaan työn kysynnäksi:

$$(8.3) \quad \ln L = a_0 \lambda_2 + a_1 \lambda_2 \ln Q - a_2 \lambda_2 \ln(W/P) + a_3 \lambda_2 \ln C \\ + (1 - \lambda_2) \ln L_{-1} + \lambda_3 \ln(Q/Q_{-1}) .$$

Jos vuorostaan luovutaan yksinkertaisimmasta tuotanto-odotus-oletuksesta (7.1) postuloimalla nämä odotukset muodostumaan painotettuna tulona toteutuneesta ja edellisen periodin odotetusta tuotannosta oletuksen (7.4) mukaan, saa vastaavasti yhtälö (8.2) rinnakkaisen muotonsa:

$$(8.4) \quad \ln L = a_0 \lambda_1 \beta + a_1 \lambda_1 \beta \ln Q - a_2 \lambda_1 \ln(W/P) + a_3 \lambda_1 \ln C \\ + ((1 - \lambda_1) + (1 - \beta)) \ln L_{-1} + a_2 \lambda_1 (1 - \beta) \ln(W/P)_{-1} \\ - a_3 \lambda_1 (1 - \beta) \ln C_{-1} - (1 - \lambda_1)(1 - \beta) \ln L_{-2} .$$

Tähän yhtälöön ei enää lähdetä sijoittamaan vaihtoehtoista painotetun sopeutuksen mekanismia (6.3) epätäydellisen sopeutuksen (6.2) tilalle. Tulos ylittäisi tutkimuksessa noudatetun yksinkertaisuuden ohjenuoran.

8.2. Teknologinen tehokkuus työn kysyntäyhtälöissä

Kappaleessa 3.2. sai tuotantofunktion (3.1) tehokkuusparametri γ kaksi rinnakkaista spesifikaatiota. Tämän tutkimuksen luonne työn kysynnän talousteoriaa ja suomalaista työmarkkinoiden empiriaa kartoittavana selvityksenä on syynä siihen, ettei kaikkea ulkomaisesta kirjallisuudesta omaksuttua aineita ole tarkasteltu riittävän kriittisesti. Yksi tällainen myöhempiä ja tarkempaa analyysia kaipaava seikka on se, että tehokkuuden eksplisiittinen spesifikaatio tuotantofunktioon ja siitä seuraten työn kysyntään ei tällaisessa lyhyen aikavälin tarkastelussa ehkä ole välttämätöntä.

Tehokkuusyhtälön (3.4), optimiyhtälön (5.13), sopeutumismekanismien (6.2) sekä odotusten (7.1), (7.2) ja (7.3) matemaattinen manipulaatio synnyttää kysyntäyhtälön:¹

$$(8.5) \quad \ln L = b_0 \lambda_1 + a_1 \lambda_1 \ln Q - a_2 \lambda_1 \ln(W/P) - a_2 \lambda_1 \delta T \\ + a_3 \lambda_1 \ln C + (1 - \lambda_1) \ln L_{-1} .$$

1. Vakiotermin b_0 sisältö on: $\ln(\alpha \phi (1-\rho) K_0^\eta)^{1/(1+b)}$.

Trendimuuttujan T mukanaolo on tämän yhtälön ja yhtälön (8.2) ainoa olennainen ero. Vakioparametrien sisällöissä on lisäksi eroa, mutta kummassakaan ne eivät kokonaan identifioidu.

Pääoman aikauran vaikutuksen työn tuottavuuteen huomioon otavalla tehokkuuden spesifikaatiolla (3.5) saadaan vastaavasti seuraava työn kysyntäyhtälö:¹

$$(8.6) \quad \ln L = c_0 \lambda_1 + a_1 \lambda_1 \ln Q - a_2 \lambda_1 \ln(W/P) + a_3 \lambda_1 \ln C \\ + (1 - \lambda_1) \ln L_{-1} - a_2 \lambda_1 \sum_0^{\infty} w_i \ln I_{-i} .$$

Joissakin ulkomaisissa tutkimuksissa onnistuneiden kokeilujen perusteella investointien viivejakauman w muodoksi oletetaan:²

$$(8.7) \quad \sum_0^{\infty} w_i = \frac{f(Z)}{g(Z)} = \frac{f_1 Z + f_2 Z^2 + f_3 Z^3 + f_4 Z^4}{1 + gZ} ,$$

jossa Z on viivästysoperaattori.³ Parametri g jätetään estimoinnissa määräytyväksi. Viivejakauma $f(Z)$ oletetaan tasaiseksi, jolloin $f_1 = f_2 = f_3 = f_4 = 1/4$. Tämän neljän termin liukuvan keskiarvon oletaminen vähentää multikollinearisuutta. Viivejakauma $g(Z)$ on geometrinen ja ollakseen suppeneva sen suppenemiskertoimen $(1+g)$ on oltava avoimella välillä $(0, 1)$. Tästä seuraa, että: $-1 < g < 0$. Näillä lisäoletuksilla saadaan yhtälölle (8.2) rinnakkaisversio:

1. Vakiotermin c_0 sisältö on: $\ln(\alpha h)^{1/(1+b)}$.
2. Vrt. P. Dhrymes (1969), s. 115-116 ja siinä mainitut lähteet.
3. Ominaisuudet: $Z^i \ln I = \ln I_{-i}$ ja $Z^0 \ln I = \ln I$. D. Jorgenson (1966), on osoittanut, että mitä tahansa lineaarista viivejakaumaa $y = w(Z)x$ voidaan approksimoida rationaalisella muodolla $y = (f(Z)/g(Z))x$.

$$\begin{aligned}
 (8.8) \quad \ln L &= c_0 \lambda_1 (1-g) + a_1 \lambda_1 \ln Q - a_2 \lambda_1 \ln(W/P) + a_3 \lambda_1 \ln C \\
 &+ ((1-\lambda_1) + g) \ln L_{-1} - a_1 \lambda_1 g \ln Q_{-1} + a_2 \lambda_1 g \ln(W/P)_{-1} \\
 &- a_3 \lambda_1 g \ln C_{-1} - (1-\lambda_1) g \ln L_{-2} - a_2 \lambda_1 \cdot \frac{1}{4} \sum_1^4 \ln I_{-i} .
 \end{aligned}$$

Teknologisen muutoksen spesifikaation (3.5) ansiosta kysyntäyhtälö (8.8) pystyy ottamaan huomioon eri ikäisen pääoman (investointien) erilaiset vaikutukset työn tuottavuuteen ja työn kysyntään.

8.3. Työn kysyntäyhtälöiden aggregointi

Tutkimuksen teoreettisen osan tarkastelut on edellä suoritettu yksittäiseen yrittäjään, yritykseen kohdistuvasti. Tutkimuksen empiirisen osan kohteena on vuorostaan kansantalous ja sen sektorit, eivätkä yksittäiset yritykset. Mikrokysyntäyhtälöt on siis vielä muunnettava makrotason kysyntäyhtälöiksi. Tähän ns. aggregointiongelmaan ei sen tärkeydestä huolimatta tässä tutkimuksessa sen laajemmin kajota varsinkaan, kun sille ei ole vielä esitetty definitiivistä ratkaisua.¹

Kappaleessa 8.4. esitettäviin makrotason vaihtoehtoisin kysyntäyhtälöihin päästään kappaleen 8.2. yhtälöistä käyttämällä lähinnä H. Theilin kehittämää analogiaperiaatteeseen perustuvaa aggregointia. Menetelmä on lyhyesti seuraava: konstruoi-

1. H. Theil (1954).

daan tarkastellun mikrotalousteorian muuttujia vastaavat aggregaatit ja korvataan näillä aggregaattimuuttujilla mikroyhtälöiden muuttujat. Esimerkiksi yrityksen työn kysyntäyhtälöön (8.1) sijoitetaan sen muuttujien vastinaggregaatit ja tuloksena on sektorin (tai kansantalouden) työn kysyntäyhtälö, jonka mukaan sektorin (tai kansantalouden) työn kysynnän determinoivat sen tuotanto, reaali-palkkataso sekä kapasiteetin käyttöaste. Aggregointiongelmaan voidaan talousteorias-
 sa käyttää valinnaisia lähestymistapoja, empirias-
 sa tutkijan sen sijaan useimmiten on hyväksyttävä annettu, vi-
 rallisten tilastojen aggregointitapa.

8.4. Makrotason työn kysyntäyhtälöt

Yrityksen työn kysyntäyhtälöistä (8.1) - (8.5) ja (8.8) pääs-
 tään analogia-aggregoinnin välittämänä seuraaviin kansantalou-
 den ja sen sektoreiden työn kysyntäyhtälöihin, joita käyte-
 tään tutkimuksen empiirisen osan estimoitavina yhtälöinä:

$$(8.9) \quad \ln L = a_{10} + a_{11} \ln Q + a_{12} \ln(W/P) + a_{13} \ln C + u_1 ,$$

$$(8.10) \quad \ln L = a_{20} + a_{21} \ln Q + a_{22} \ln(W/P) + a_{23} \ln C + a_{24} \ln L_{-1} \\ + u_2 ,$$

$$(8.11) \quad \ln L = a_{30} + a_{31} \ln Q + a_{32} \ln(W/P) + a_{33} \ln C + a_{34} \ln L_{-1} \\ + a_{35} \ln(Q/Q_{-1}) + u_3 ,$$

$$(8.12) \quad \ln L = a_{40} + a_{41} \ln Q + a_{42} \ln(W/P) + a_{43} \ln C + a_{44} \ln L_{-1} \\ + a_{45} \ln(W/P)_{-1} + a_{46} \ln C_{-1} + a_{47} \ln L_{-2} + u_4 ,$$

$$(8.13) \quad \ln L = a_{50} + a_{51} \ln Q + a_{52} \ln(W/P) + a_{53} \ln C + a_{54} \ln L_{-1} \\ + a_{55} T + u_5 ,$$

$$(8.14) \quad \ln L = a_{60} + a_{61} \ln Q + a_{62} \ln(W/P) + a_{63} \ln C + a_{64} \ln L_{-1} \\ + a_{65} \ln Q_{-1} + a_{66} \ln(W/P)_{-1} + a_{67} \ln C_{-1} + a_{68} \ln L_{-2} \\ + a_{69} \ln IL + u_6 .$$

Yhtälössä (8.14) on käytetty merkintää $\ln IL = \frac{1}{4} \sum_1^4 \ln I_{-i}$.

Taulussa 1. on parametrien a_{ij} etumerkkien a priori-rajoitukset edellisten lukujen tarkastelujen pohjalta. Muita kuin riippuvuuksien suuntia koskevia rajoituksiahan talousteoria harvoin antaakaan.

Taulu 1. Parametrien $a_{10} - a_{69}$ a priori -rajoitukset

Yhtälö	Positiivinen	Negatiivinen
(8.9)	a_{10}, a_{11}, a_{13}	a_{12}
(8.10)	$a_{20}, a_{21}, a_{23}, a_{24}$	a_{22}
(8.11)	$a_{30}, a_{31}, a_{33}, a_{34}, a_{35}$	a_{32}
(8.12)	$a_{40}, a_{41}, a_{43}, a_{44}, a_{45}$	a_{42}, a_{46}, a_{47}
(8.13)	$a_{50}, a_{51}, a_{53}, a_{54}$	a_{52}, a_{55}
(8.14)	$a_{60}, a_{61}, a_{63}, a_{64}, a_{66}$	$a_{62}, a_{65}, a_{67}, a_{68}, a_{69}$

Vakioparametrit $a_{10} - a_{60}$ on oletettu kaikki positiivisiksi, koska niihin sisältyvät struktuuriparametrit α ja γ ovat positiivisia. Tämän a priori -rajoituksen ei tarvitse välttämättä pitää paikkaansa, koska estimointimenetelmä sekä data saattavat vaikuttaa vakioparametrien estimaatteihin. Toisaalta vakioparametrien tarkastelu ei itse tutkimuksen kannalta ole olennaista, koska niihin sisältyvät struktuuriparametrit eivät kuitenkaan identifioitu tarkastelun partiaalisuuden vuoksi. Tämä käy ilmi tauluun 2. kootuista laskentakaavoista, joilla parametrien $a_{10} - a_{69}$ estimaateista voidaan laskea identifioituvien struktuuriparametrien estimaatit.

Taulu 2. Struktuuriparametrien identifiointi

Parametri	Yhtälö x)			
	(8.9)	(8.10)	(8.11)	(8.13)
h	$\frac{1-a_{12}}{a_{11}-a_{12}}$	$\frac{1-a_{22}}{(a_{21}-a_{22})(1-a_{24})}$	$\frac{1-a_{32}}{(a_{31}-a_{32})(1-a_{34})}$	$\frac{1-a_{52}}{(a_{51}-a_{52})(1-a_{54})}$
b	$\frac{1-a_{12}}{a_{12}}$	$\frac{1-a_{22}}{a_{22}(1-a_{24})}$	$\frac{1-a_{32}}{a_{32}(1-a_{34})}$	$\frac{1-a_{52}}{a_{52}(1-a_{54})}$
τ	$\frac{a_{13}}{a_{12}}$	$\frac{a_{23}}{a_{22}(1-a_{24})}$	$\frac{a_{33}}{a_{32}(1-a_{34})}$	$\frac{a_{53}}{a_{52}(1-a_{54})}$
λ_1	-	$1-a_{24}$	-	$1-a_{54}$
λ_2	-	-	$1-a_{34}$	-
λ_3	-	-	a_{35}	-
δ	-	-	-	$\frac{a_{55}}{a_{52}}$
α	Eivät identifioitu missään yhtälössä			
γ				

x) Yhtälöissä (8.12) ja (8.14) struktuuriparametrit eivät identifioitu yksikäsitteisesti.

Strukturiparametreja tarkasteltaessa on huomattava, ettei näiden estimaateista enää aggregoinnin jälkeen voi varauksetta tehdä johtopäätöksiä kysyntäyhtälöiden taustana olevasta mikrotalousteoriasta.

Identifioinnin ja vastaavasti estimoinnin kannalta ongelmallisimmat ovat yhtälöt (8.12) ja (8.14). Molemmat ovat yliidentifioituvia; niissä on enemmän selittäviä muuttujia kuin estimoitavia strukturiparametreja. Tästä syystä identifioituvat parametrit eivät saa yksikäsitteisiä estimaatteja, vaan ilman rajoituksia estimoituina tuloksena on rinnakkaisia estimaatteja. Lisäksi molemmissa yhtälöissä esiintyy yksikäsitteisen identifioinnin estävästi sopeutuksen joustokerroin λ_1 symmetrisesti odotusten joustokertoimen β tai teknologisen muutoksen joustokertoimen g kanssa. Parhaiten seikan näkee yhtälöistä (8.5) ja (8.8). Ongelman ratkaisu edellyttää estimoinnissa parametreille asetettavia rajoituksia tai kokeellista estimointia. Tästä tuonnempana.

Kysyntäyhtälöihin (8.9) - (8.14) on uutena symbolina tullut termi u . Teoreettisen tarkastelun jokaiseen vaiheeseen, tuotantofunktioon, voiton maksimointiin, sopeutukseen sekä odotuksiin, olisi voitu perustellusti liittää relevantti stokastinen elementti. Yksinkertaisuuden nimissä tästä luovuttiin ja kaikki riippuvuudet esitettiin eksakteina. Estimoinnin mahdollistavaan stokastisuuteen siirrytään vasta virhetermien $u_1 - u_6$ välityksellä. Nämä sisältävät työn kysyntään liittyvät satunnaiset häiriötekijät sekä spesifikaatiosta pois jätetyt ja jääneet muuttujat.

Jos todellisuutta vastaava stokastisuus olisi mukana koko edellisten lukujen toereettisessa tarkastelussa, tuloksena oleva detaljinäpertely tuskin hyödyttäisi empiiristen työn kysyntäyhtälöiden muodostamista.

Koska virhetermien ominaisuudet kuitenkin vaikuttavat estimointimenetelmän valintaan, on niitäkin näin jälkikäteen tarkasteltava lyhyesti. Jos virhetermien $u_1 - u_6$ sisällöksi jäljitetään edellä mainittuihin teorian rakennusvaiheisiin liitettävät virhetermit, siitä seuraa, että selittävät muuttujat eivät ole keskenään riippumattomia. Toisaalta odotusfunktion (7.5) käytöstä seuraa,¹ että virhetermi u_4 on autokorreloitunut, mikäli virhetermit on otettu mukaan tarkasteluun jo aikaisemmassa vaiheessa. Sama pätee spesifioituun investointien viivejakäumaan. Tästä johtuu, että virhetermi u_6 on autokorreloitunut, mikäli sitä ei oteta mukaan vasta yhtälöön (8.14). Estimointituloksia tarkasteltaessa tämä seikka on muistettava.²

9. Työn kysyntäteorian arviointia

Tuotantofunktio, voiton maksimointi sekä näistä saadut työn ja pääoman rajatuottavuuslausekkeet ovat jo klassisia talous-

1. Ks. C. Christ (1966), s. 487-488.

2. Tarkemmin ajatellen virhetermit $u_1 - u_6$ ovat kaikki teoreettisesti autokorreloituneita. Esitetyt työn kysyntäyhtälöt on johdettu suoraan työn rajatuottavuusehdoista. Tarkastelun partiaalisuuden vuoksi spesifikaatiosta jää uupumaan pääomapanoksen hinta R , joka olisi tullut mukaan pääoman rajatuottavuusehdosta. Koska tämä huomio tehtiin vasta tutkimuksen kirjoitusvaiheessa, virhetermien autokorreloituneisuuden eksplisiittisesti huomioon ottavan estimointimenetelmän käyttö jää jatko-tutkimuksen huoleksi. Tällaisesta menetelmästä ks. esimerkiksi R.C. Fair (1971), 2. luku.

teorian osia ja samalla kritiikin kohteita. Tässä tutkimuksessa niitä on käytetty ex_ante -luonteisesti, yrityksen toiminnan suunnittelun ohjenuorina. Niiden käytön oikeutusta ei tässä esitettyä enempää arvioida. Sen sijaan on syytä tarkastella sopeutusfunktion (6.2) spesifikaation seurauksia sekä koko valitun lähestymistavan puutteita.

Esitetty työn kysyntäteoria näyttää sisäisesti inkonsistentilta. Tuotantofunktio (3.1) ja voiton maksimointi määrittelevät - tuotannon tason ollessa annettu - työn ja pääoman käytön tuotannossa. Toisaalta sopeutusfunktio (6.2) ilmoittaa, ettei tuotantofunktioista johdettua työn käyttöä (5.14) toteutetakaan joka periodilla.¹ Näin ollen annettu tuotannon taso jää saavuttamatta tai sitten pääoman käytön on joustettava, jottei tuotantovajausta syntyisi. Ristiriita ei kuitenkaan ole enää ilmeinen, kun otetaan huomioon tarkastelun luonne. Tuotantofunktio (3.1) on pitkän tähtäyksen relaatio, jonka suhteiden ei oletetakaan välttämättä pätevän lyhyellä aikavälillä, jolla saattaa olla erilainen tuotantofunktio. Pitkän aikavälin tuotantofunktio on teoriassa mukana stabiilisuutensa ja staattisuutensa vuoksi. Olisi vaikeata suoriutua teoreettisesta tarkastelusta ja mahdotonta empiirisestä analyysistä, jos kullakin periodilla olisi oma tuotantofunktionsa.

Tuotantofunktion staattisuus on myös tarkastelun heikkous, mutta sopeutusfunktion (6.2) spesifikaation yhtenä syynä

1. Tämän huomasi R. Fair (1969), s. 18-20. Ratkaisuksi hän esitti työpanoksen käyttämistä tuotantofunktiossa ja työllisyyden käyttämistä sopeutusfunktiossa. Näiden suhde, keskimääräinen työaika puolestaan käyttäytyy niin, ettei ristiriitaa synny.

on juuri tuon staattisuuden poistaminen. Toisaalta markkinoiden epätäydellisyydet huomioon ottavaksi oletettu kapasiteetin käyttöaste tuonee työn kysyntäyhtälöön dynaamisia, suhdannevaiheista riippuvia elementtejä.

Pääoman käyttöaste voi myös joustaa tuotantovajauksen uhatesa työn optimikäytön toteutumattomuuden vuoksi. Tästähän tarkastelussa ei ole tehty mitään oletusta. Esitetyn työn kysyntäteorian irrallisuus ja partiaalisuus on juuri sen suurin heikkous. Tuotanto, työn kysyntä sekä pääoman kysyntä, näitä kaikkia koskevat dynaamiset päätökset ovat toisiinsa vaikuttavia ja simultaanisia. Yhden irroittaminen muiden yhteydestä yksinkertaistaa todellisuutta arveluttavasti. Kokonaisu-mallin seuraavan rakennusvaiheen tärkeimpiä tehtäviä on juuri eri lohkojen taustana olevien talousteorioiden yhtenäistämisen ja koordinointi.

Useimmat empiiriset investointiteoriat olettavat työn täysin muuttuvaksi tuotannontekijäksi.¹ Oletus on ristiriidassa tutkimuksen 6. luvun tarkastelujen kanssa, joille on olemassa myös empiiristä näyttöä. Vuorostaan tässä tutkimuksessa on oletettu työn kysynnän sopeutusfunktio (6.2) itsenäiseksi ja riippumattomaksi. Työn ja investointien kysyntä pitää johtaa konsistentisti samasta tuotantofunktiosta, mikäli käytetään tuotantofunktiolähestymistapaa. Vastaavasti molempien

1. Esimerkkinä D. Jorgenson (1963).

kysynnän sopeutusfunktiot olisi spesifioitava konsistentisti. Sopeutuskertoimet tuskin ovat toisistaan riippumattomat.¹

Itse sopeutusmekanismien spesifikaatioon on myös kiinnitettävä huomiota jo esitetyn lisäksi. Työn kysynnän sopeutuminen ei liene symmetristä. Supistaessaan työn käyttöönsä yritys tekee omaa toimintaansa koskevia päätöksiä. Työn käytön lisääminen ei ole täysin vastaavanlainen tehtävä, sillä yrityksen päätöksentekoa rajoittaa siinä työmarkkinat ja työn tarjonta.

Yrityksen työn kysyntäteorian analoginen käyttö sektorin ja kansantalouden työn kysynnän estimoinnissa saattaa olla vaarallinen yksinkertaistus. Tällöinhän ei ole otettu huomioon mahdollista työn tarjonnan riittämättömyyttä. Jos tämä lyö leimansa työmarkkinoihin, työn kysyntäteoriaan on spesifioitava suhteellisia reaalipalkkoja tai muita allokaattoreita ohjaamaan työn kysynnän toteutumista sektoreittain.² Muutenkin tuntuu luonnolliselta työmarkkinoiden kysynnän ja tarjonnan kytkeminen toisiinsa; eiväthän ne irrallisia ilmiöitä ole.

Tutkimuksessa käytettävän empiirisen datan laadun vuoksi (suurin osa selitettävistä muuttujista on osittain konstruoitu) työn kysyntäteoriaan ei ole kytketty allokaatioprosessia, joka jakaisi työn kysynnän henkilöihin ja näiden tekemiin tunteihin, työllisiin ja keskimääräiseen työaikaan. Kir-

1. Työn ja investointien kysynnän onnistuneesta integroinnista ks. M. Nadiri - S. Rosen (1969).

2. Idean näistä työn kysynnän allokaattoreista antoi valtiot. tri A. Molander. Näitä on onnistuneesti käytetty jo joissakin estimointikokeiluissa. Laajemmin niitä on tarkoitettu tutkia mallin seuraavissa rakennusvaiheissa.

jallisuudesta tätä koskevia teorioita löytyy,¹ mutta tarpeettomana allokaatiomekanismia ei kytketä esitettyyn työn kysyntäteoriaan.

Esitettyä työn kysyntäteoriaa ei ole lainkaan tarkasteltu suhteessa Suomen kansantalouteen. Sen eri sektoreiden ominaispiirteiden huomioon ottoa työn kysyntäyhtälöiden spesifikaatiossa ei ole tässä nähty tarpeelliseksi ennen kuin talousteorian antaman yleisen spesifikaation onnistuneisuutta on tutkittu eri sektoreissa.

1. Ks. esim. R.C. Fair (1969) ja A. Molander (1969), s. 52.

II TUTKIMUKSEN EMPIIRINEN OSA

Tutkimuksen teoreettisen osan lopputulemina olevat vaihtoehtoiset työn kysyntäyhtälöt (8.9) - (8.14) estimoidaan Suomen kansantaloutta koskevasta taloudellisesta aikasarjaaineistosta vuosilta 1958 - 1968. Estimointitulosten perusteella valitaan - mahdollisten uudelleenspesifikaatioiden ja - estimointien jälkeen - kokonaismallin ensimmäiseen versioon hyväksyttävät työn kysyntäyhtälöt.

Ennen estimointia yhtälöiden muuttujat on operationaalistettava empiirisiksi muuttujiksi. Työn kysyntäyhtälöiden asema kokonaismallin yhtälöjoukossa sekä kokonaismallin sektorijako määräävät suurimmaksi osaksi tämän operationaalistamisen (10. ja 11. luku). Samoin annettuna on otettava kausitasoituksen suorittaminen ennen muuttujien käyttöä estimoinnissa. Toisin kuin kokonaismallin useissa muissa lohkoissa työn kysynnässä käytetään teoreettiselle analyysille uskollisena muuttujien logaritmeja (11. luku). Käytetty data lähteineen esitetään data-liitteessä.

Vaikka menetelmä havaitaankin perin puutteelliseksi, kysyntä-yhtälöt estimoidaan yhden yhtälön pienimmän neliösumman regressioanalyysillä (12. luku). Sen käytöstä on mallin rakennustyön jatkuessa siirryttävä yhtälöiden simultaanisuuden huomioon ottaviin konsistentteihin estimointimenetelmiin. Estimointimenetelmän käyttöehtojen ollessa vain vajaasti täytetyt estimointituloksia voidaan arvioida tavanomaisin tilastollisin testein vain suuntaa-antavasti.

Estimointitulosten luotettavuudesta lisäinformaatiota tuottavina testeinä esitellään tutkimuksen ekonometrisessa välineistössä tavallisten testien maininnan lisäksi tarkemmin datan multikollineaarisuutta osoittavat testit (tekstiliite lukuun 12.3).

Estimointitulokset esitetään kahdessa vaiheessa. Ensin koko kansantaloutta koskevat työn kysyntäyhtälöt (13. luku) ja näiden tulosten antamien neuvojen mukaan estimoidut sektoreiden työn kysyntäyhtälöt (14. luku). Varsinaista tekstiä rasittamatta kaikki estimointitulokset on liitetty estimaattiliitteeksi tutkimuksen liiteosaan. Vastaavasti kaikista kokonaismalliin valituista kysyntäyhtälöistä esitetään kuviot erillisessä kuvioliitteessä.

Irrallisten työn kysyntäyhtälöiden on kokonaismallissa muodostettava aukoton kokonaisuus. Kokonaismallin kulloisenkin käyttötarkoituksen mukaan työn kysyntälohkona voidaan käyt-

tää suppeata aggregaattiyhtälöiden joukkoa tai laajaa sektoreittaisten kysyntäyhtälöiden kokonaisuutta (15. luku).

Rakennetun työn kysyntälohkon käyttökelpoisuuden laajempi koettelu jää tämän tutkimuksen tavoitteiden ulkopuolelle. Työn kysyntäyhtälöiden ominaisuuksia sekä ennustekykyä estimointiperiodilla 1958-1968 sekä sen jälkeen vuoden 1969 aikana tarkastellaan lyhyesti yhtälöiden ilmeisimpien puutteiden havaitsemiseksi (16. luku).

Tutkimuksen empiiriseen osaan jääviä puutteita on käsiteltävän tulosten käyttämiseen liittyvien epävarmuustekijöiden muistuttamiseksi (17. luku).

Samoin kuin itse kokonaismalliakin kehitetään työmarkkinoita ja tässä tutkimuksessa käsiteltyä työn kysyntälohkoa koko ajan kumulatiivisena prosessina niiden käytön vaatimiin ja osoittamiin suuntiin (18. luku).

10. Työn kysyntäyhtälöt kokonaismallissa

Koko kansantalouden työn kysyntä on sinänsä tärkeä ja selittämisen arvoinen muuttuja ekonometrisessa suhdannemallissa. Työn aggregaattikysyntänä selitetään tässä kokonaismallissa työllisyys, työpanos sekä ansiotyöpanos.

Paitsi itsellisenä suhdannemuuttujana työllisyyttä käytetään myös työttömyyden laskemiseen työvoiman ja työllisyyden erotuksena. Tuotannon ja ansiotyöpanoksen suhteesta saadaan ansiotyöpanoksen tuottavuus mallin palkkalohkon tarpeisiin.

Ansiotyöpanos selitetään mallissa myös sektoreihin ositettuna. Sektoreittaisiin hintayhtälöihin tarvitaan kunkin sektorin palkkasumma, joka on ansiotyöpanoksen ja ansiotason tulo. Sektoreittaista palkkojen (ansiotason) liukumista selitetään mm. työn tuottavuudella. Tuottavuuden mitaksi on valittu kunkin sektorin ansiotyöpanoksen tuottavuus.¹

Käyttötarkoitusta vastaavasti ansiotyöpanoksen kysyntä on taloudellisinta osittaa sektoreihin hinta- ja palkkalohkon sektorijaon mukaisesti. Näissä kansantalouden sektorit on jaettu kahteen pääryhmään: suljettuihin ja avoimiin.² Suljetut sektorit ovat tuotannonaloja, joilla ei ole merkittävää ulkomailta tulevaa kilpailua. Tämä johtuu lähinnä näiden tuotannon luonteesta. Niiden tarvitsema raaka-ainepanos on pieni tai ne tuottavat palvelustyyppisiä tuotteita. Avoimet sektorit joko markkinoivat tuotteitaan maailmanmarkkinoille tai niiden tuotteet kohtaavat kotimarkkinoilla tuontihyödykkeiden kilpailun.

Hinta- ja palkkalohkon kannalta luokittelu avoimiin ja suljettuihin sektoreihin on relevantti, koska näissä hintojen käyt-

1. Sektorin koko työpanoksen tuottavuuteen tarvitaan myös yrittäjien työpanos. Siitä ei ole tarvittavaa dataa eikä sitä lähdetty konstruoimaan.

2. Sektorijaon perusteluista ja käytöstä tarkemmin: A. Molander - H. Aintila - J. Salomaa (1970).

täytyminen ja tuottavuuskehitys eroavat olennaisesti toisistaan.¹ Ansiotyöpanoksen kysyntäyhtälöissä luokittelu vaikuttaa vain sektorijakoon, ei yhtälöiden spesifikaatioon.

Suljetut sektorit ovat:

- S1 Maatalous
- S2 Muu kilpailematon tavaratuotanto (elintarvike-, juoma-, tupakkateollisuus sekä graafinen teollisuus)
- S3 Sähkö-, kaasu- ja vesijohtolaitokset
- S4 Rakennustoiminta (talonrakennus sekä maa- ja vesirakennus)
- S5 Palvelukset (liikenne, kauppa, pankit, vakuutus, asuntojen omistus, yleinen hallinto, opetus ja terveydenhoito sekä muut palvelukset)

Avoimet sektorit ovat:

- A6 Kilpaileva raaka-ainetuotanto (metsätalous ja kaivannais-teollisuus)
- A7 Kilpaileva puolivalmisteiden tuotanto (puu- ja paperiteollisuus sekä metallien perusteollisuus)
- A8 Muu kilpaileva tuotanto (tekstiili-, kenkä-, vaatetus-, ompelu-, huonekalu-, nahka-, kumi-, kiviöljy-, savi-, kemian, muu tehdas-, metallituote-, kone-, sähkötekninen ja kulkuneuvoteollisuus)

Symboleita S1 - S5, A6 - A8 käytetään muuttujien nimissä osoittamaan asianomaista sektoria.

1. Yksinkertaistaen: avoimissa sektoreissa hintataso riippuu maailmanmarkkinoiden hintatasosta, suljetuissa sektoreissa yrittäjän hinnoittelukäyttäytymisestä.

Avoimissa sektoreissa kasvoi työn tuottavuus keskimäärin 5.2 % ja suljetuissa 2.5 % Suomessa vuosina 1957 - 1969.

11. Empiiriset muuttujat ja dataongelmat

Kokonaismalli estimoidaan periodilta 1958 - 1968 käyttäen muuttujista neljännesvuosihavaintoja. Tätä varhempien vuosien käyttöä mallin rakentamisessa vaikeuttavat kasvavat tilastojen puutteet. Estimointiperiodiltakaan ei ole saatavissa neljännesvuosihavaintoja läheskään kaikista kokonaismallin muuttujista.

Työn kysyntäyhtälöiden operationaalistamisessa on otettava huomioon näiden yhtälöiden yhteydet muuhun malliin. Itse asiassa operationaalistettaviksi muuttujiksi jäävät ainoastaan työn kysyntää koskevat muuttujat. Selittävät muuttujat on otettava suoraan mallin muista lohkoista, elleivät ne ole koko mallin kannalta eksogeenisia.

Seuraavassa esitellään lyhyesti työn kysyntäyhtälöiden estimoinnissa käytettävien muuttujien sisältö sekä käsitellään niihin liittyviä ongelmia. Empiiristen muuttujien vastaavuutta teoreettisiin muuttujiin sivutaan vain joiltakin osin. Teoreettisen tarkastelun mahdollistavat tuotannontekijöiden ja tuotoksen homogeenisuusoletukset jäävät aggregaattidatassa saavuttamattomiksi tavoitteiksi. Toinen olennainen teorian käsitteistöstä poikkeaminen on se, että empiiriset muuttujat ovat keskiarvosuureita, sen sijaan että ne olisivat teoriassa käytettyjä marginaalisuureita.¹

1. Tästä syntyvän harhan suuruus riippuu siitä, miten paljon empirian "average practice"-suhteet poikkeavat teorian "best practice"-suhteista. Ks. M. Nadiri (1970), s. 1153 ja siinä mainitut lähteet.

Tutkimuksen loppuun on koottu kaikki käytetyt aikasarjat erilliseksi dataliitteeksi, jossa samalla selvitetään kun-kin sarjan alkuperä. Muuttujiin liitetään niiden esittelyn yhteydessä käytetyt symbolit. Symboliluettelo on myös lopussa liitteenä.

11.1. Selitettävät muuttujat

Työmarkkinalohkon muuttujista työvoima, työllisyys ja työttömyys on otettu työvoimatiedustelusta ja vastaavat sen käsitteistöä.¹ Työllisyys_LE on tuotantotoimintaan osallistuneiden henkilöiden luku kunakin neljänneksenä keskimäärin. Puh- taana varantomuuttujana se ei sinänsä ole validein tuotannossa käytetyn työn määrän mittari. Siksi sitä ei olekaan ositettu sektoreihin tuottavuusarvioita varten, eikä tämä olisi mahdol- listakaan tässä käytetyllä sektorijaolla. Aggregaattina muut- tujasta on olemassa tiedot koko estimointiperiodilta. Otantaan perustuvana aikasarjana työllisyys on nopeasti käytettävissä ennusteiden osuvuuden arvioinnissa kokonaismallin käytön pääs- tyä alkamaan.

Työmarkkinoiden yleiskuvan täsmentävät kysynnän osalta työpanos- ja ansiotyöpanosyhtälöt. Teoreettisena käsitteenä työpanos on tuotannossa käytetyn työn volyymi mitattuna esimerkiksi aika- yksiköissä. Sellaisena se on virtamuuttuja. Sitä vastaavaa aikasarjaa Suomen pitkäikäinen taulustolaitos ei kuitenkaan pysty tuottamaan.

1. Ks. dataliitteessä mainitut lähteet.

Koko työpanos LH sekä ansiotyöpanos LHW on tähän tutkimukseen otettu Suomen kansantalouden tilinpidon aikasarjoista. Sen työpanokset on mitattu tehtyinä työvuosina. Sisällöltään ne ovat lähempänä varantoa kuin työn volyymin virtaa. Kansantalouden tilinpidon laskentamenetelmien vuoksi työpanosten - varsinkin joidenkin sektoreiden - selittämisessä tuotannolla, hinnoilla ja palkoilla voidaan päätyä näiden laskentamenetelmien estimointiin.¹ Tilinpidon työpanossarjat on valittu siksi, että ne ovat ainoita mahdollisia. Työvoimatiedustelun työpanossarjoista ei saada käytetyn sektorijaon mukaisia tietoja. Lisäksi ne ovat mittausmenetelmänsä vuoksi harhaisia. Vuodesta 1966 lähtien toteutettua työviikon lyhentämistä ne eivät rekisteröi luotettavasti.

Sektoreittaiset ansiotyöpanokset LHWS1 - LHWS5 ja LHWA6 - LHWA8 ovat peräisin kansantalouden tilinpidon sarjoista. Tilinpidon työpanoksista saatiin neljännesvuosisarjat vuosilta 1964 - 1969. Vuosille 1958 - 1963 jouduttiin kaikista työpanossarjoista konstruoimaan neljännesvuosisarjat tilinpidon vuosisarjoista. Konstruoinnin menetelmät on selitetty data-liitteessä.

Työllisyyden, työpanoksen, ansiotyöpanoksen sekä sektoreittaisten ansiotyöpanosten selittämisessä käytetään teoreetti-

1. Näin ei tapahdu ensimmäistä kertaa ekonometriassa. Ks. esim. R. Fair (1969), s. 59 - 65.

sessä osassa johdettuja yhtälöitä (8.9) - (8.14).¹ Teoreettisen osan arvioinnin mukaisesti työllisyydelle ja työpanokselle ei valita erimuotoisia selitysyhtälöitä, koska empiirisinä muuttujat ovat tässä aineistossa samankaltaisia. Niiden suhde tuskin kuvaa keskimääräistä työaikaa.

11.2. Selittävät muuttujat

Kokonaismallin tuotantolohkossa selitetään Suomen kansantalouden tuotantotoiminta tässä käytettyä yksityiskohtaisemman sektorijaon mukaan. Aggregoimalla saadaan työn kysyntäyhtälöissä käytettävät tuotantomuuttujat. Koko kansantalouden tuotanto_Q sekä eri sektoreiden tuotannot_QS1 - QS5 ja QA6 QA8 ovat kansantalouden tilinpidon vuoden 1959 kiintein hinnoin laskettuja tuotantokustannushintaisia bruttoarvoja, jotka laskentamenetelmältään vastaavat teoreettisen tuotantomuuttujan value_added -sisältöä.

Työn kysyntää selittävien reaaliansiotasomuuttujien komponentit saadaan mallin palkka- ja hintalohkoista. Kansantalouden tilinpidon sarjoissa julkaistaan neljännesvuosittaiset ansiotasoindeksit koko kansantaloudelle sekä eri elinkeinoille.

Näitä indeksejä ei mallissa kuitenkaan käytetä ansiotasomuut-

1. Työllisyys = yrittäjien työllisyys + työntekijöiden ja toimihenkilöiden työllisyys. Työpanos = yrittäjien työpanos + ansiotyöpanos. Näistä suhteista näkee, että selitettäessä työllisyyttä ja työpanosta samalla spesifikaatiolla kuin ansiotyöpanosta oletetaan yrittäjien oman työn kysynnän olevan samanlaista kuin palkatun työn kysynnän. Näin on varsinkin, kun ansiotasomuuttujana käytetään tässä työntekijöiden ja toimihenkilöiden ansiotasoa. Vastaavaa yrittäjien ansiotasoa ei ole saatavissa. Tällaisen spesifikaation empiirisen yksinkertaistuksen tekee esimerkiksi A. Molander (1969), s. 69, mutta jättää sen tosin mainitsematta.

tujina. Mallin toiminnan kannalta on välttämätöntä saada tietyt laskentaidentiteetit täsmäämään. Tällainen identiteetti on esimerkiksi tulonjakolohkon palkkasummayhtälö:

$$(11.1) \quad YW = W \cdot LHW ,$$

palkkasumma YW on ansiotason W ja ansiotyöpanoksen LHW tulo. Tilinpidossa julkaistut palkkasumma-, ansiotaso- ja työpanos-sarjat eivät täytä tätä ehtoa, joten mallin tarpeita varten otettiin tilinpidosta palkkasumma sekä ansiotyöpanos ja ratkaistiin ansiotaso yhtälöstä (11.1). Näin saadut laskennalliset ansiotasosarjat poikkeavat jonkin verran tilinpidossa julkaistuja sarjoista.

Ansiotasot reaalisuureiksi muuttavina deflatoijina käytetään mallin hintalohkon tuotannon hintaindeksejä. Reaaliansiotaso on ansiotason ja hintaindeksin suhde, josta tässä käytetään symbolia (W/P) koko kansantalouden osalta ja symboleja $(W/P)S1 - (W/P)S5$, $(W/P)A6 - (W/P)A8$ eri sektoreissa.

Koska teoreettisena käsitteenä tuotos on value added-suure, sen hinta on sitä vastaava suure, ns. tuotannon deflaattori. Käytetty empiirinen hintamuuttuja ei vastaa tätä käsitettä ja tällöin on oletettava, että tuotannon deflaattori D ja tuotannon hintaindeksi P ovat kiinteässä suhteessa toisiinsa (esimerkiksi $P = a + bD + u$, jossa u on satunnaistermi). Hintaindeksin käyttö deflaattorin asemesta on perusteltua siksi, että se on luotettavampi ja siinä on vähemmän satun-

naisvaihtelua. Hintaindeksi on tilastoista saatu suure, kun taas deflaattori on laskennallinen suure.

Kapasiteetin käyttöasteen tehtävänä työn kysyntäyhtälössä on teoreettisen osan tarkastelujen mukaan ottaa huomioon työ- ja hyödykemarkkinoiden epätäydellisyydet. Tällaista muuttujaa ei ole suoraan tilastoista saatavissa. Korvikkeena tälle käytetään työttömyysastetta LUR, joka kontra-syklisenä muuttujana on käänteisessä suhteessa kapasiteetin käyttöasteeseen ja näin ollen saa a priori negatiivisen etumerkin työn kysyntäyhtälöissä.

Työttömyysastetta ei ole saatavana millään sektorijaolla valmiina tilastoista,¹ joten sektoreiden työn kysyntäyhtälöissä on tyydyttävä aggregaattimuuttujaan, vaikka sen käyttö onkin esitetyn teorian yksinkertaistamista.

Vaihtoehtoisena kapasiteetin käyttöastemuuttujana tutkimuksessa ajateltiin käyttää Suomen Pankissa konstruoitua, lyhyen aikavälin tuotantofunktiosta laskettua kapasiteetin käyttöastetta.²

Alustavissa estimoinneissa tämän muuttujan käyttö tuotti samanlaisia tuloksia kuin työttömyysasteella saatiin. Tästä syystä muuttuja pudotettiin varsinaisista estimoinneista pois malliin tulevien endogeenisten muuttujien määrän rajoittamiseksi.

1. Työvoimatiedustelussa näitä tietoja kyllä kootaan, mutta ei jalosteta tilastoiksi. Tutkimuksen jatkovaiheissa ongelmaan tartutaan lähemmin.

2. Ks. A. Willman (1971).

Teknologisen kehityksen vaihtoehtoisina indikaattoreina teoreettisessa osassa ovat trendimuuttuja sekä investoinnit. Trendimuuttujana T käytetään lineaarista trendiä, joka kasvaa tasaisesti periodista 1958/I alkaen: 1,2,3,... Investointimuuttujana I (neljän termin liukuvana keskiarvona IL) käytetään kokonaismallin investointilohkosta saatavaa kansantalouden tilinpidon mukaista aggregaattimuuttujaa, joka sisältää kone- ja laite-, tuotannolliset talonrakennus- sekä maa- ja vesirakennusinvestoinnit vuoden 1959 hintaisina markkoina.

Trendimuuttujana voi kokeilla muutakin kuin lineaarista trendiä. Koska kokeiluja eivät mitkään a priori -käsitykset ohjaisi, niin ne katsotaan tutkimuksen kannalta hyödyttömiksi. Investointimuuttujan aggregaattisuus on yksinkertaistus teoriaan, kun tarkastellaan sektoreiden työn kysyntää. Investointeja ei saada sektoreihin ositettuina.

11.3. Muuttujien kausitasoitus

Tutkimuksen kuuluminen suurempaan tutkimusprojektiin tuo mukanaan rajoituksia sekä teorianmuodostukseen että empirisiin valintamahdollisuuksiin. Kokonaismallin etupäässä lineaaristen yhtälöiden joukkoa epäyhtenäistävät logaritmisesti estimoidut työn kysyntäyhtälöt, jotka esitellään seuraavissa luvuissa.

Lyhyen aikavälin tarkastelulle ominaisesti kokonaismallissa käytetään muuttujien neljännesvuosihavaintoja, joko todellisia tai mallia varten konstruoituja. Varsinaisten taloudellisten riippuvuuksien paljastamiseksi muuttujat puhdistetaan kausivaihtelusta P. Kukkonen kehittämällä kausivaihteluanalyysillä.¹

Kausitasoituksen käytön perustelujen ja haittojen tarkastelu kuuluu kokonaismallin esittelyn yhteyteen. Ettei ratkaisu jäisi kritiikittä, tarkastellaan lyhyesti kausitasoitettujen muuttujien käytön merkitystä työn kysynnässä.

Teoreettiset tarkastelut tässä niin kuin mallin muissakin lohkoissa läpikäydään tietyin fyysisin suurein eikä kausitasoitettuin fyysisin suurein. Ellei esimerkiksi jostakin teknisestä tai kausaalaisesta relaatiosta (tuotantofunktiosta yms.) ole nimenomaista syytä olettaa, että relaatio itse vaihtelee vuoden sisällä, kausitasoitettun datan tai kausimuuttujien käyttö ei ole teoreettisesti perusteltua. Yhtälön (6.2), $\ln L - \ln L_{-1} = \lambda_1 (\ln L^x - \ln L_{-1})$, tulkintana kausitasoitettuin muuttujin on, että kausitasoitettu työn kysyntä sopeutuu kausitasoitettun optimin ja edellisen kausitasoitettun toteutuneen kysynnän väliseen erotukseen. Näin tulkittuna ja todellisiin suureisiin palautettuna relaatio merkitsee, että itse epätäydellisen sopeutuksen prosessi vaihtelee neljänneksestä toiseen, ts. sopeutusparametri λ_1 on erisuuruinen kullakin neljänneksellä. Tämä tuskin on yritysten todellista

1. P. Kukkonen (1968).

käyttäytymistä työvoiman rekrytoinnissa ja erottamisessa.¹

11.4. Muuttujien muoto estimoinnissa

Työn kysyntäyhtälöiden muuttujat on transformoitu logaritmi-
siksi.² Näiden regressiokertoimet ovat keskimääräisiä osit-
taisjoustoja eivätkä keskimääräisiä raja-alttiuksia kuten
lineaarisisa yhtälöissä.

Logaritminen transformaatio perustuu teoreettiseen viite-
kehukseen. Jos spesifioidut työn kysyntäyhtälöt (8.9) -
(8.14) estimoidaan lineaarisina, tuotantofunktioksi on va-
littava lineaarinen tuotantofunktio epärealistisine ääret-
tömine substituutiojoustoineen. Lisäksi transformaatiota
tukee se, että useiden muuttujien trendimäisyyden tähden
on realistisempaa olettaa vakiojoustot kuin vakioalttiudet
muuttujien välille.³

Logaritointi saattaa vähentää virhetermien heteroskedasti-
suutta ja näin ollen lisätä estimaattien tehokkuutta.⁴ Täs-
sä käytetyn estimointimenetelmän yhtenä oletuksena on vir-
hetermien jakauman vakioisuus ajan suhteen. Todellisuudessa
virhetermien varianssi voi vaihdella selitettävien muuttu-

1. Kritiikistä ja tasoittamattomien muuttujien käytöstä työn
kysynnän estimoinnissa ks. R.C. Fair (1969). Kausitasoituk-
sen käytön haitoista ks. J.M. Bonin (1967).

2. Estimoinnissa käytetty regressio-ohjelma otti muuttujista
10-kantaiset logaritmit. Näistä pääsee tarvittaessa teoreet-
tisen tarkastelun luonnollisiin logaritmeihin.

3. Vrt. W. Driehuis (1970), s. 8.

4. W. Driehuis (1970), s. 8 ja siinä mainittu lähde.

jien tason mukaan. Tätä heteroskedastisuutta logaritointi vähentää latistamalla trendimäisiä havaintosarjoja.

Työn kysyntäyhtälöissä käytetään muuttujien tasoja. Tämä synnyttää logaritmoinnista huolimatta trendimäisten selittäjien välille voimakasta multikollineaarisuutta, jonka vähentämiseksi ja lyhyen tähtäyksen tarkastelun luonteen mukaisesti olisi perusteltua käyttää muuttujien muutoksia. Tätä rajoittaa kokonaismallin laajuus. Tasomuotoinen malli on differenssimallia sekä numeerisesti että analyttisesti helpommin hallittavissa.

12. Tutkimuksen ekonometrinen välineistö

12.1. Estimointimenetelmä

Työn kysyntäyhtälöiden parametrit estimoidaan traditionaalisella yhden yhtälön pienimmän neliösumman menetelmällä (ordinary least squares, OLS).¹ Mallin kaikkien lohkojen ensimmäisessä rakennusvaiheessa käytetään OLS-estimointia. Sen käytön yhtenä ehtona on selittävien muuttujien keskinäinen riippumattomuus.² Laajassa simultaanisessa kokonaismallissa tämä ehto ei voi päteä.

1. Ks. esim. C. Christ (1966), s. 350 - 390.

2. Tarkkaan ottaen riippumattomuus ei ole itse estimoinnin vaan estimointitulosten testauksen ja johtopäätösten teon ehto.

Implisiittismuotoisina ja yksinkertaistettuina kokonaismallissa määräytyvät työn kysyntä L , tuotanto Q , hinnat P sekä palkat W seuraavasti:

$$L = f_1(Q, W, P, Z_1)$$

$$Q = f_2(E, U, P, Z_2)$$

$$P = f_3(Q, W, L, Z_3)$$

$$W = f_4(Q, L, P, Z_4)$$

jossa E = kysyntäkomponentit, U = työttömyys (työn tarjonta - työn kysyntä), $Z_1 - Z_4$ = muut kuhunkin yhtälöön kuuluvat muuttujat.

Tältä osin kokonaismalli on täysin simultaaninen, eikä OLS-menetelmä selittäjien riippumattomuusoletuksineen pysty ottamaan sitä huomioon. Seuraavassa rakennusvaiheessa OLS-estimoinnin perusteella kokonaismalliin hyväksytyt yhtälöt estimoidaan jollain simultaanisten yhtälöiden estimointitekniikalla.

Itse asiassa näin etenevä mallin rakentaminen on kyseenalainen. Yksittäisten yhtälöiden vaihtoehtoiset spesifikaatiot on arvioitava suhteessa koko malliin eikä kuten OLS-menetelmää käytettäessä pelkästään asianomaista yhtälöä tarkastelemalla.¹

Kokonaismallin käyttö ennustamiseen ja simulointiin edellyttää myös simultaanisia estimointimenetelmiä yhden yhtälön tekniikan asemesta.

1. R.J. Ball (1963), s. 14 - 25. Oiva esimerkki näin etenevästä makromalliin rakentamisesta on R.C. Fair (1971), s. 123-153.

OLS-menetelmän vajaapätöisyydestä huolimatta sitä yksin käytetään työn kysyntäyhtälöiden parametrien estimointiin. Suurempitöisten simultaanisten menetelmien tulokset raportoidaan myöhempien rakennusvaiheiden mukaan.

12.2. Kokeellinen estimointi

Teoreettisessa osassa viitattiin kahden johdetun työn kysyntäyhtälön, (8.12) ja (8.14) estimointiongelmiin. Kummassakaan identifioituvat struktuuriparametrit eivät saa yksikäsitteisiä estimaatteja, jos yhtälöt estimoidaan ilman rajoituksia. Toinen tähän liittyvä vaikeus on, että edellisen yhtälön struktuuriparametreista sopeutuksen joustokerroin λ_1 esiintyy symmetrisesti odotusten joustokertoimen β kanssa. Toisessa yhtälössä tämä λ_1 oli symmetrinen teknologisen muutoksen kertoimeen g nähden.

Parametrien rajoittaminen estimoinnille asetettavilla sideehdoilla on käyttökelpoinen ratkaisu. Tarvittavan tietokoneohjelman puuttumisen vuoksi estimointia ei suoriteta näin, vaan kokeellisesti.

Yhtälön (8.12) asemesta estimoidaan OLS-menetelmällä seuraava samaan spesifikaatioon perustuva yhtälö:

$$(8.12.1) \quad \ln L = \alpha_{40} + \alpha_{41} \ln Q' + \alpha_{42} \ln(W/P) + \alpha_{43} \ln C \\ + \alpha_{44} \ln L_{-1} + u_4.$$

Tuotanto-odotuksista Q' ei ole empiiristä dataa, joten ne on generoitava oletuksen (7.4) mukaisesti:

$$(7.4) \quad \ln Q' = \beta \ln Q + (1-\beta) \ln Q'_{-1}.$$

Generointi suoritetaan alkuarvosta $\ln Q'_0 = \ln Q_0$ lähtien antamalla odotusten joustokertoimen estimaatille $\hat{\beta}$ arvoja väliltä (0,1). Kutakin $\hat{\beta}$:n arvoa vastaava tuotanto-odotussarja $\ln Q'$ otetaan estimoinnissa yhtälön (8.12.1) selittäjäksi.

Eri $\hat{\beta}$:n arvoilla estimoiduista kysyntäyhtälöistä (8.12.1) valitaan yhteiskorrelaatioltaan paras. Näin suoritettu koekellinen estimointi tuottaa tarkentuvia estimaatteja, jotka ovat asympotoottisesti harhattomia ja tehokkaita.¹

Identifioituvien struktuuriparametrien estimaatit saadaan parametrien $\hat{a}_{40} - \hat{a}_{44}$ estimaateista taulun 2. yhtälön (8.10) mukaisilla ratkaisukaavoilla. Odotusten joustokertoimen estimaatti on tuo kokonaiskorrelaation maksimoiva $\hat{\beta}$:n arvo.

Analogisesti edellisen tarkastelun kanssa selvittää kysyntäyhtälön (8.14) estimointi- ja identifiointiongelmista käyttämällä seuraavaa kysyntäyhtälöä (8.14.1), jonka yhtenä selittäjänä on oletuksen (8.7) perusteella generoitu investointisarja $\ln IL'$ (8.7.1):

1. P. Dhrymes (1969), s. 116 - 119.

$$(8.14.1) \quad \ln L = \alpha_{60} + \alpha_{61} \ln Q + \alpha_{62} \ln(W/P) + \alpha_{63} \ln C$$

$$+ \alpha_{64} \ln L_{-1} + \alpha_{69} \ln IL' + u_6 .$$

$$(8.7.1) \quad \ln IL' = g \ln IL + (1-g) \ln IL'_{-1} .$$

Investointisarja $\ln IL'$ generoidaan alkuarvosta $\ln IL'_0 = \ln IL_0$ lähtien antaen iteroitavalle parametrille \hat{g} arvoja väliltä (0,1). Kutakin \hat{g} :n arvoa vastaavalla investointisarjalla estimoiduista kysyntäyhtälöistä valitaan yhteiskorrelaatioltaan paras.

Struktuuriparametrit identifioituvat tästä yhtälöstä kuten yhtälön (8.10) vastaavat parametrit taulussa 2. Teknologisen muutoksen kertoimen estimaatti on parasta yhtälöä vastaava \hat{g} :n arvo.

Kokeellisessa estimoinnissa iteroitavat parametrit $\hat{\beta}$ ja \hat{g} valitaan tasaisin välein 0.1, 0.2, ..., 0.9. Tämä tarkkuus riittää tutkimuksen tarkoituksiin. Yhtälöiden (8.12.1) ja (8.14.1) suuritöinen kokeellinen estimointi suoritetaan sektoreiden S1 - A8 ansiotyöpanoksen kysyntäyhtälöillä vain, mikäli aggregaattikysyntäyhtälöiden vastaavat estimoinnit näyttävät sen hyödylliseksi.

12.3. Estimaattien arviointi

Kokonaismalliin valittavat työn kysyntäyhtälöt joutuvat läpikäymään ekonometrisen tutkimuksen kaksi tavanomaista koeteluvaihetta. Parametriestimaattien yhtäpitävyys teoreettisen osan a priori -odotusten kanssa tutkitaan ensiksi. Toiseksi tarkastellaan estimointituloksia tiettyjen tilastollisten mittareiden avulla.

Teoreettisen osan a priori -odotukset jäivät parametrien etumerkkejä koskeviksi (taulu 1.). Lisäksi joidenkin parametrien suuruusluokasta on tehty oletus. Näitä ovat sopeutuksen kerroin λ_1 ja λ_2 , odotuskerroin β sekä teknologinen kerroin g . Kaikkien edellytetään olevan välillä $(0,1)$. Iteratiivisessa estimoinnissa tämä ehto täytetään automaattisesti, koska $\hat{\beta}$ ja \hat{g} ovat iteroitavia parametreja.

Parametrien oikeamerkkisyys ei riitä; toimiakseen esimerkiksi ennustamisessa luotettavasti on estimoidun yhtälön selitettävä riittävä osa selitettävän muuttujan vaihtelusta. Tilastollisina mittareina käytetään estimoidun yhtälön selitysastetta osoittava yhteiskorrelaatiokerrointa, parametriestimaattien tilastollista merkitsevyyttä osoittavaa t-testiä sekä jäännöstermin autokorreloituneisuutta mittaavaa Durbin-Watson-testisuuretta.¹ Lähinnä myöhemmin suoritettavaa yhtälöiden ennustekyvyn arviointia varten tulostetaan myös jäännöstermien keskivirhe.

1. Testeistä ks. esim. C. Christ (1966), s. 500-514 ja 525-531 sekä testisuureiden taulukoituvat arvot s. 667-672.

Käytettävä regressioanalyysiohjelma laskee yhteiskorrelaation vapausasteilla korjattuna. Edellisessä kappaleessa tarkastellun simultaanisuuden vuoksi merkittävyydestestejä ei käytetä ortodoksisen ekonometrian edellyttämällä tavalla. Yhtälöissä esiintyvien selitettävän muuttujan viivästettyjen arvojen vuoksi DW-testien tulokset ovat harhaisia autokorreloitumattomuuden suuntaan. Näitä tilastollisia mittareita ei niiden yleisyyden vuoksi esitellä enempää. Suomalaisille ekonometrisille tutkimuksille tuntemattomina tarkastellaan sen sijaan tämän tutkimuksen yhteydessä regressioanalyysiohjelmaan ohjelmoituja multikollineaarisuustestejä¹ tekstiliitteessä sivuilla 121 - 125. Näillä testeillä voidaan mitata muuttujajoukon multikollineaarisuuden aste, paikantaa sen sijainti sekä tarkastella sen muotoa.

Työn kysyntäyhtälöiden estimoinnissa multikollineaarisuustestejä käytetään ainoastaan suuntaa antavina, parametriestimaattien luotettavuutta osoittavina indikaattoreina. Simultaanisuuden vuoksi teoreettisestikin ilmeistä multikollineaarisuutta ei tämän tutkimuksen välineillä tyydyttävästi pystytä poistamaan.

13. Työn aggregaattikysyntäyhtälöt

13.1. Estimointitulokset

Teoreettisen osan spesifikaatioita vastaavat estimoidut

1. Ks. D. Farrar - R. Glauber (1967), johon tekstiliite pääasiassa perustuu.

työn kysyntäyhtälöt on koottu yhtenäisinä tauluina estimaattiliitteen tutkimuksen loppuun. Tässä luvussa tarkastellaan estimoituja työn aggregaattikysyntäyhtälöitä ja valitaan niistä kokonaismalliin hyväksyttävät.

Tässä yhteydessä on muistettava teoreettisen osan tarkasteluiden asema tutkimuksen viitekehystenä. Empiirisessä osassa ei ole tarkoitus tarkkaan kokeilla vaihtoehtoisina esitettyjä teoreettisia spesifikaatioita. Siihen käytettävissä oleva data ei anna luotettavaa mahdollisuutta.

Estimaattiliitteen tauluissa E1. - E6. esitetyistä aggregaattikysyntäyhtälöistä yksikään ei täysin tyydyttävästi näytä täyttävän kappaleen 12.4. tavanomaisia tilastollisia testejä eikä kappaleen 8.4. etumerkkejä koskevia a priori -oletuksia.

Vapausasteilla korjatut yhteiskorrelaatiokertoimet \bar{R} ovat .9471 - .9947:n suuruisina tyydyttäviä, joskin niitä arvioitaessa on muistettava muuttujien tasomuotoisuus sekä trendimäisyys. Jäännöstermit näyttävät yleensä autokorreloitumattomilta taulusta E2. alkaen. Viivästetyn selitettävän muuttujan mukanaolo tekee kuitenkin DW-testin harhaiseksi.

Parametriestimaattien merkitsevyyden t-testit näyttävät punaista useimmin reaaliansiotasomuuttujalle (W/P). Tämä näyttäisi osoittavan reaaliansiotason pätemättömyyttä työn ky-

synnän determinanttina. Datan laatu ei kuitenkaan riitä esitetyn teorian tarkkaan testaamiseen.

Kappaleen 12.4. multikollineaarisuustestit esitetään lyhyden vuoksi vain lopullisille työn kysyntäyhtälöille niitä koskevien kuvioiden yhteydessä. Taulujen E1.-E6. kaikissa yhtälöissä multikollineaarisuus on erittäin voimakasta. Sen keskittyminen lähinnä tuotantomuuttujaan Q ja reaaliانسiotasomuuttujaan (W/P), näiden väliset osittaiskorrelaatiokerrotoimet vaihtelevat .395 - .987, osaltaan selittää reaaliانسiotason parametriestimaattien heikon merkitsevyyden ja paikoin väärän etumerkin.

Merkitsevyydestien tuloksista sekä multikollineaarisuudesta välittämättä voidaan vaihtoehtoisista spesifikaatioista sanoa jotakin. Taulun E1. yhtälöt perustuivat yksinkertaisimpiin ja jäykimpiin oletuksiin ja vastaavasti nämä estimoidut yhtälöt jäävät selityskyvyltään heikoimmiksi. On huomattava, että työ- ja hyödykemarkkinoiden epätäydellisyydet huomioon ottavaksi spesifioitu kapasiteetin käyttöasteen korvike, työttömyysaste LUR, saa oikeamerkkisiä ja merkitseviä kertoimia. Täydellisen kilpailun oletuksin olisi päästy heikompiin selitysasteisiin.

Työn kysynnän epätäydellisen sopeutumisen postulointi ja siitä seuraten yhtälön (8.10) mukaisesti estimoidut työn kysyntäyhtälöt taulussa E2. ovat parempia kuin täydelliseen

sopeutukseen perustuvat yhtälöt taulussa E1. Parametreista \hat{a}_{24} saadaan epätäydellisen sopeutuksen joustokertoimiksi $\hat{\lambda}_1$ työllisyydelle LE .405 työpanokselle LH .491 sekä ansiotyöpanokselle LHW .636. Vaikka näistä luvuista tällä aineistolla voi tehdä vain ehdollisia johtopäätöksiä, joustokertoimien suuruusjärjestys on mielenkiintoinen. Työn kysynnän muutos toteutetaan sopeuttamalla voimakkaammin (ansio)työpanoksen kysyntää ja vähemmän itse työllisten määrää. Työajan vaihtelut pikemminkin kuin rekrytointi ja irtisanominen on nykyaikaisen yrittäjän toiminnan ohjenuorana lyhytaikaisten työn kysynnän muutosten toteuttamisessa.

Epätäydellisen sopeutuksen vakioisuutta poistamaan spesifioitu painotettu työn kysynnän sopeutus ei estimoiduissa yhtälöissä saanut tässä muodossaan tukea empiriasta; taulussa E3. muuttujan (Q/Q_{-1}) parametrit \hat{a}_{35} ovat joko merkityksettömiä tai väärän suuntaisia tai molempia.¹

Adaptiivisten tuotanto-odotusten mukaanotto spesifikaatioon ja yhtälön (8.12.1) kokeellinen estimointi tuotti taulun E4. tulokset. Tauluun E2. verrattuna työllisyisyhtälön selityskaste nousi merkitsevästi, kun sen sijaan työpanosyhtälöiden selityskyky pysyi samana tai laski. Mielenkiinnon kohteena on tällä kertaa tuotanto-odotusten joustoparametri β , joka sai estimaateikseen .8, .9 ja .9. Yrittäjän tuotanto-

1. Tulosten tarkastelussa on syytä muistaa tutkimukseen liittyvät identifiointiongelmat. Jos taulun E3. kysyntäyhtälö (8.11) olisi johdettu seuraavasta tuotanto-odotusfunktioista: $\ln Q^e = (1-\beta)\ln Q + \beta \ln Q_{-1}$, niin parametri a_{35} olisi a priori ollut negatiivinen.

odotukset näyttävät muodostuvan likipitäen täydellisinä niin kuin yhtälössä (8.10) ja sitä vastaavissa taulun E2. tuloksissa on oletettu.

Teknologisen muutoksen huomioon ottavat työn kysyntäyhtälöt estimoitiin yhtälöiden (8.13) ja (8.14.1) muotoisina. Tulokset esitetään vastaavasti tauluissa E5. ja E6. Puhtaan trendimuuttujan T lisääminen selittäjiin kasvatti datan multikollineaarisuutta. Näin ollen taulun E5. aikamuuttujan parametrin \hat{a}_{55} merkityksettömyys ei ole yllätys. Oudompaa sen sijaan on, että investointimuuttuja IL taulun E6. kertoman mukaan sai työllisyysyhtälössä LE ja työpanosyhtälössä LH merkityksettömän kertoimen sekä ansiotyöpanosyhtälössä LHW erittäin merkitsevän positiivisen kertoimen.

Näiden tulosten perusteella ei liene vielä syytä hylätä investointeja työn kysynnän lyhyen tähtäyksen determinanttina. Työmarkkinalohkoa edelleen kehitettäessä investointien ja työn kysynnän toisiinsa kytkemien esitettyä paremman spesifikaation avulla on tärkeä tavoite. Kytkennän onnistuessa saadaan selville esimerkiksi rahapolitiikan vaikutukset työmarkkinoiden kehitykseen rahapolitiikan ja investointien välisen yhteyksien avulla.

Käytetyn investointimuuttujan asemesta saattaa olla syytä kokeilla pelkästään kone- ja laiteinvestoinnit sisältävää investointimuuttujaa. Nämähän tuotannollisia talonrakennusinvestointeja sekä maa- ja vesirakennusinvestointeja suora-

naisemmin ovat toisen tuotannontekijän, työn, substituutteen ja lyhyellä aikavälillä. Tuotantotoiminnan pääomavaltaistumista ja sen vaikutusta työn kysynnän vähenemiseen voidaan mitata investointien tason sijasta esimerkiksi suhdemuuttujalla, joka osoittaa kone- ja laiteinvestointien osuuden kaikista investoinneista tai niiden suhteen tuotannollisiin talonrakennusinvestointeihin.

13.2. Kokonaismalliin valittavat aggregaattiyhtälöt

Tutkimuksen alussa tuotiin esiin tällaisen kokonaismallin rakentamisen jatkuvuus ja kumulatiivisuus. Tämä tutkimus on yksi raportti kokonaismallin ensimmäisestä versiosta. Esi-tetyssä työn kysyntäteoriassa havaittiin puutteellisuksia. Myöskään empiiriset kysyntäyhtälöt eivät täytä niille asetettuja vaatimuksia. Seuraavat työn aggregaattikysyntäyhtälöt eivät siis ole lopullisiksi jääviä. Niitä käytetään kokonaismallin ensimmäisen version työmarkkinalohkossa. Tämän käytön osoittamiin sekä jo tässä tutkimuksessa näytettyihin suuntiin näitä työn kysyntäyhtälöitä lähdetään kehittämään mallin rakennustyön jatkuessa.

Tarkastelluista estimoiduista kysyntäyhtälöistä näyttivät tyydyttävimmiltä taulun E2. yhtälöt. Näistä hyväksytään kokonaismalliin työpanosyhtälö LH sekä ansiotyöpanosyhtälö LHW sellaisinaan. Työllisyysyhtälö LE estimoidaan uudestaan pudottamalla täysin merkityksettömäksi osoittautunut reaali-

palkkamuuttuja siitä pois. Tämä parametrin \hat{a}_{22} empiristinen rajoittaminen nollassi särkee alkuperäisen teoreettisen spesifikaation. Voimakkaan multikollineaarisuuden vaikutusten vähentämiseksi ei katsottu tässä vaiheessa kannattavaksi hakea muita keinoja.

Uudestaan estimoitu työllisyysyhtälö LE sekä molemmat työpanosyhtälöt esitetään kaikkine tässä tutkimuksessa käytettyine tilastollisine testeineen kuvioliitteissä G1., G2. ja G3. Kuviolina esitetään lisäksi näiden yhtälöiden kuvaajat ja selitettävien muuttujien todelliset arvot sekä residuaalit estimointiperiodilta.

Reaaliensiotasomuuttujan (W/P) poisjättäminen nosti työllisyysyhtälön selityskykyä (kuvioliite G1.). Yhtälössä olevien muiden muuttujien parametriestimaatteihin se ei olennaisesti vaikuttanut. Sen sijaan estimaattien keskivirheet pienenevät ja näiden merkitsevyys kasvoi multikollineaarisuuden vähene-
misen vuoksi. Multikollineaarisuus on edelleenkin melko voimakasta; sen näkee χ^2 -testimuuttujan arvosta 4.46 sekä siihen liittyvästä todennäköisyydestä .784, joka osoittaa testiin liittyvän nollahypoteesin $H_0 : | X'X | = 0$ tai vaihtoehtoisen hypoteesin $H_1 = | X'X | \neq 0$ hyväksymiseen liittyvän riskin.

Muiden esitettyjen testien avulla nähdään, että multikollineaarisuus keskittyy tässä datassa voimakkaimmin selitettävän muuttujan viivästettyyn arvoon LE_{-1} . Näitä testejä käytet-

täessä on toistaiseksi oltava varauksellinen, niiden käytöstä ei vielä ole kokemuksia. Lisäksi on muistettava, ettei niiden avulla pyritäkään osoittamaan multikollineaarisuuden vaikutuksia estimoituihin parametreihin. Testejä on edelleen kehitettävä, jotta saataisiin esimerkiksi selville näiden testien ja estimaattien keskivirheiden väliset yhteydet.

Työpanosyhtälössä LH sekä ansiotyöpanosyhtälössä LHW multikollineaarisuus on erittäin voimakasta (kuvioliitteet G2. ja G3.). Niiden selittäjäjoukkojen determinanttien χ^2 -testit saivat perin huonot arvot .12 ja .03. Näissä yhtälöissä olevista parametriestimaateista sai pari epätydyttävät t-testin arvot 1.2 ja 1.3. Vastaavia muuttujia ei kuitenkaan vielä poistettu yhtälöistä, koska myös t-testejä voidaan käyttää vain suuntaa näyttävinä. Yhtälöiden käyttö kokonaismallissa saa tarkemmin osoittaa niiden puutteet.

Estimoitujen yhtälöiden hyväksyminen kokonaismalliin vastoin multikollineaarisuustestien suosituksia perustuu tavanomaiseen käsitykseen, että selittäjien väliset riippuvuudet voidaan hyväksyä ja estimoituja yhtälöitä käyttää ennustamiseen sekä muuttujien normaaleilla vaihteluväleillä tapahtuvaan simulointiin niin kauan kuin voidaan olettaa multikollineaarisuus muuttumattomaksi. Rakennemuutoksen tapahduttua tällaiset ennusteyhtälöt tuottavat harhaisia ennusteita, joten näiden osuvuuden ja multikollineaarisuuden astetta sekä muotoa osoittavien testien välisiä yhteyksiä on koko ajan seurattava.

Jos multikollinearisuustestit tuottavat yhtäpitäviä tuloksia sekä estimointiperiodilta että ennusteperiodilta, estimoituja yhtälöitä voitaneen luotettavasti käyttää ennustamiseen. Tämä käsitys kaipaa vielä tutkimista, sillä testien kehittäjät eivät näytä sitä itse huomanneenkaan. Joka tapauksessa testit mahdollistavat multikollinearisuuden tähänastista kvantitatiivisemmän tarkastelun.

14. Sektoreittaiset työn kysyntäyhtälöt

14.1. Estimointitulokset

Tutkimuksessa käytetyn kahdeksan sektorin ansiotyöpanoksen kysyntää selitetään kunkin sektorin tuotannolla sekä reaali-ansiotasolla. Työ- ja hyödykemarkkinoiden poikkeamiset täydellisestä kilpailusta kussakin sektorissa olisi mitattava sektorin omalla kapasiteetin käyttöasteella tai sen korvikkeella, työttömyysasteella. Näiden puuttumisen vuoksi käytetään koko kansantalouden työttömyysastetta LUR; tämä teorian yksinkertaistus on muistettava estimointituloksia tarkasteltaessa.

Työn kysynnän aggregaattiyhtälöiden estimointitulosten perusteella luovutaan sektoriyhtälöitä estimoidessa spesifikaatioiden (8.12.1), (8.13) ja (8.14.1) käytöstä, koska on syytä olettaa, etteivät ne toimi tyydyttävästi sektoritasollakaan. Lisäksi investointeja ei saada sektoreihin ositettuina.

Yhtälöiden (8.9), (8.10) ja (8.11) mukaan estimoidut sektoreiden ansiotyöpanosyhtälöt esitetään estimaattiliitteen tauluissa E7., E8 ja E9. Näistä nähdään, että esitetty työn kysyntäteoria toimii sektoritasolla suunnilleen yhtä hyvin kuin koko kansantalouden tasolla. Yhtälöiden selityskyky jää ainoastaan sektoreissa S4 (rakennustoiminta) sekä A6 (kilpaileva raaka-ainetuotanto) olennaisesti heikommaksi. Näissäkin yhteiskorrelaatiot .7522 - .9009:n suuruisina ovat tyydyttäviä, koska selitettävät muuttujat ovat suurivarianssisia.

Jäännöstermien autokorrelaatiotestit näyttävät tyydyttäviltä selitettävän muuttujan viivästetyn arvon mukanaolon vuoksi tauluissa E8. ja E9. Taulusta E7. vain sektoreiden S5 ja A6 yhtälöiden residuaalit läpäisevät DW-testin.

Vaihtoehtoisista spesifikaatioista yhtälö (8.10) tuotti sektoritasollakin parhaita tuloksia (taulu E8). Työn kysynnän täydellinen sopeutuminen ja sen mukaiset taulun E7. kysyntäyhtälöt jäävät selityskyvyltään taulun E8. tuloksia heikommiksi. Painotetun sopeutuksen yhtälöön (8.11) tuoma tuotantomuuttujan suhde (Q/Q_{-1}) ei taulun E9. tulosten mukaan toimi odotetusti.¹

Joidenkin parametrien väärämerkkisyydestä ja/tai merkityksetömyydestä välittämättä on mielenkiintoista tarkastella taulun E8. tuloksista työn kysynnän epätäydellisen sopeutumisen huomioon ottavaa selitettävän muuttujan viivästetyn termin

1. Ks. s. 75, alaviitta 1.

parametriestimaatteja \hat{a}_{24} ja niistä saatavia sopeutuksen joustokertoimia $\hat{\lambda}_1 (= 1 - \hat{a}_{24})$, jotka eri sektoreilla ovat seuraavan asetelman mukaiset:

	$\hat{\lambda}_1$
S1	.380
S2	.433
S3	.459
S4	.662
S5	.565
A6	.988
A7	.414
A8	.613

Estimaattien mukaan sektorissa A6, jossa metsätalous on suurin komponentti, työn kysynnän sopeutuminen optimitasoonsa on miltei täydellinen, välitön. Seuraavan ryhmän muodostavat sektorit: S4 rakennustoiminta, S5 palvelukset ja A8 muu kilpaileva tuotanto. Kolmanneksi ryhmäksi muodostuvat: S1 maatalous, S2 muu kilpailematon tavaratuotanto, S3 sähkö- yms. laitokset sekä A7 kilpaileva puolivalmisteiden tuotanto.

Taaskin estimaatit multikollineaarisuuden vaikutusten vuoksi sallivat vain ehdollisten johtopäätösten teon. Joustokerrointen suuruutta eri elinkeinoryhmissä tarkastelemalla sekä ne empiirisiin havaintoihin yhdistämällä voitaneen tulla tulokseen, että työn kysynnän sopeutuminen optimiinsa on sitä hitaampaa, mitä ammattitaitoisempaa palkattua työvoimaa sektori käyttää tai, että sopeutuminen on sitä hitaampaa, mitä suurempi on ammattitaitoisen työvoiman osuus sektorin käyttämästä palkatusta työvoimasta. Tämänasuuntainen tulos tukee mielenkiintoisella tavalla teoreettisessa osassa esitettyjä sopeutusmekanismin perusteluja.

Sektorin S1, maatalous, ei tunnu sopivan edellisen johtopäätöksen piiriin, koska maatalouden käyttämä palkattu työvoima ei ole niin ammattitaitoista, kuin muilla elinkeinonaloilla. Tuloksen selittänee käytetyn spesifikaation sopimattomuus maatalouden työn kysyntään. Maatalouden työvoima on Suomessa ollut estimointiperiodina ns. muiden elinkeinojen työvoimareservinä. Tämä otetaan huomioon maatalouden ansiotyöpanosyhtälöä valittaessa seuraavassa kappaleessa.

14.2. Kokonaismalliin valittavat sektoriyhtälöt

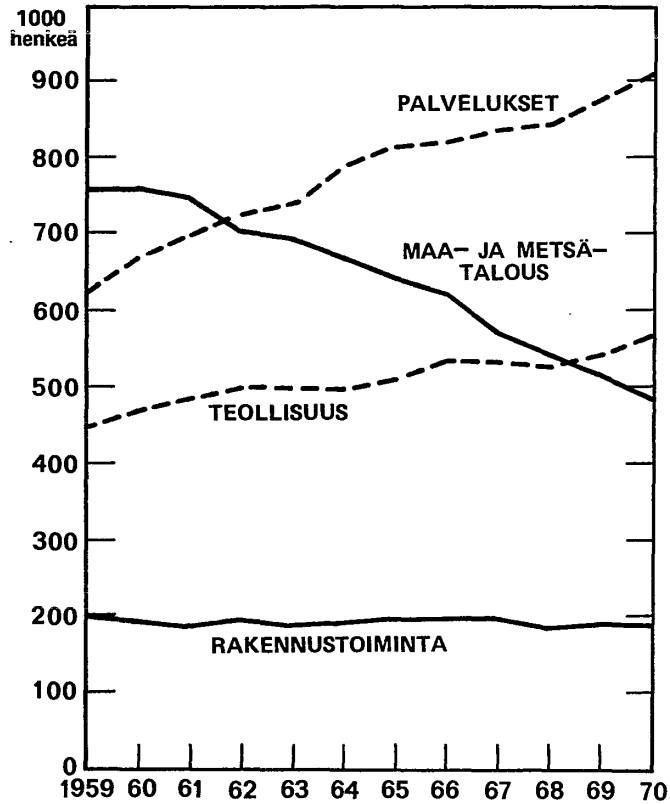
Sektoreittaiset työn kysyntäyhtälöt kokonaismallin käyttöön saadaan osittain suoraan estimaattitaulujen E7. ja E8. tuloksista ja osittain ne estimoidaan uudestaan edellisten tulosten ja joidenkin jatkotarkastelujen perusteella.

S1, maatalous. Tutkimuksen teoreettinen viitekehikko ei toimi tyydyttävästi maatalouden ansiotyöpanoksen estimoinnissa. (Estimaattiliitteen taulut E7. - E9.). Teoreettisen kehikon kategorisesta käytöstä on luovuttava ja estimoitavassa yhtälössä on tarkemmin otettava huomioon maatalouden erikoisluonne.

Suomen kansantaloudessa 1960-luvulla tapahtuneen rakennemuutoksen tunnusomaisimpia piirteitä työmarkkinoiden osalta on maatalouden käyttämän työvoiman trendimäinen väheneminen sekä vastakohtaisesti teollisuuden ja varsinkin palveluelinkeinon tarvitseman työvoiman suhdanteita myötäilevä kasvu. Kehityskulkuja valaisee työllisyyden osalta seuraava kuvio.

Kuvio 1

TYÖLLISYYS VUOSINA 1959–1970



Koska maatalouden tuotannossa ei ole tapahtunut vastaavaa supistumista (ks. esim. dataliitteen taulu D15. tai D33), työvoiman käytön vähenemisen syynä/seurauksena on täytynyt olla työn tuottavuuden nostaminen. Tämä on tapahtunut vajaa-käytössä olleen maatalouden työvoiman siirryttyä muiden elinkeinojen palvelukseen. Tässä ei ole mahdollisuutta tarkemmin jäljittää työvoiman elinkeinojen välisiä liikkeitä, joten on tyydyttävä karkeaan oletukseen, että maatalouden ansiotyöpanoksen kysyntä LHWS1 on käänteisessä suhteessa muiden elinkeinojen ansiotyöpanoksen kysyntään LHWO. Residuaalinluonteisena maatalouden työvoima oletetaan näin muiden elinkeinojen työvoimareserviksi. Oletuksen jatkaminen

1970-luvulle vaatii tarkistamisen, sillä maatalouden työvoiman ikärakenne¹ osoittaa, ettei se rajatta voi toimia työvoimareservinä.

Estimointikokeissa tehty hypoteesi osoittautui onnistuneeksi. Kuvioliitteessä G4. on esitetty kokonaismalliin valittava maatalouden ansiotyöpanoksen kysyntäyhtälö. Muiden elinkeinojen ansiotyöpanoksen kysynnän LHWO lisäksi siinä on selittäjinä estimaattiliitteen taulun E8. tulosten neuvomat maatalouden reaaliensiotaso (W/P)S1 sekä selitettävän muuttujan viivästetty termi LHWS1₋₁ työn kysynnän epätäydellistä sopeutumista huomioon ottamassa. Tällä spesifikaatiolla estimoituna maatalouden palkatun työn kysynnän sopeutumisnopeus optimitasoonsa on suunnilleen samaa luokkaa kuin rakennustoiminnan ansiotyöpanoksen kysynnän sopeutumisen nopeus; sopeutuksen joustokerroin sai estimaatin

$$\hat{\lambda} = (1 - .355) = .645. \text{ (Vrt. s. 82)}$$

S2, muu kilpailematon tavaratuotanto. Sektorin S2 ansiotyöpanoksen selitysyhtälöksi valitaan estimaattiliitteen E8. yhtälö sellaisenaan. Teoreettinen viitekehys toimii tässä sektorissa tyydyttävästi. Kuvioliitteessä G5. on estimaatin kuvaa ja todellista havaintosarjaa vasten sekä tutkimuksessa käytetyt tilastolliset testit.

S3, sähkö-, kaasu- ja vesijohtolaitokset. Sektorin S3 ansiotyöpanoksen kysyntäyhtälö saatiin estimaattiliitteen E8. tulosten perusteella estimoimalla uudestaan yhtälö, jossa

1. Vuonna 1970 maatalouden 420 000 henkilön suuruisesta työvoimasta oli lähes puolet yli 50-vuotiaita.

merkityksettömäksi osoittautuneelle reaaliansiotasomuuttujan (W/P) S_3 parametrille asetettiin multikollineaarisuutta vähentävä empiristinen nollarajoitus. Tyydyttäväksi osoittautunut uusi estimointitulos on esitetty kuvioliitteessä G6.

S4. rakennustoiminta. Sektorin S4 ansiotyöpanoksen kysyntäyhtälön tyydyttävä estimointi tuotti eniten hankaluuksia. Yhtenä mahdollisuutena olisi ollut muuttujien homogeenistaminen jakamalla rakennustoiminta osiin, talonrakennukseen sekä maa- ja vesirakennukseen. Tätä ei tehty työn kysyntälohkon jo ennestäänkin suuren koon vuoksi. Välivaiheita kertomatta esitetään kuvioliitteen G7. estimointitulos kokonaisu malliin hyväksyttävänä yhtälönä. Sen estimoinnissa olivat mukana estimaattiliitteen E9. tulosten mukaan valitut muuttajat: tuotanto QS4, tuotannon muutos QS4/QS4₋₁ sekä selitettävän muuttujan viivästetty termi LHWS4₋₁. Tästä yhtälöstä on mainittava, että datan laadun vuoksi se lienee sisällöltään enemmän kansantulolaskennan laskentamenetelmien kuin varsinaisen taloudellisen käyttäytymisen mukainen niin kuin datan esittelyn yhteydessä sivulla 59 epäiltiin. Jatkotutkimuksessa tähän datan laadun arviointiin on syvennettävä enemmän kuin tässä on ollut mahdollista.

S5. palvelukset. Suurimman ja sisäisesti heterogeenisimman ansiotyöpanoksen kysyntäsektorin yhtälöksi hyväksytään estimaattiliitteen E8. tulos sellaisenaan. Se on esitetty kuviona testeineen kuvioliitteessä G8.

Kapasiteetin käyttöasteen vaikutuksia huomioon ottavaksi tarkoitettu työttömyysaste LUR sai tässä yhtälössä paramet-
rilleen odotusten vastaisen positiivisen etumerkin. Yllättä-
vän tuntuinen tulos hyväksytään, koska parametri on merkit-
sevä ja muuttujan käyttö nosti yhtälön selitysasetta. Itse
asiassa sektorin luonne huomioon otettuna riippuvuuden suun-
ta ei tunnu väärältä. Koko estimointiperiodina palvelusten
ansiotyöpanoksen kysyntä kasvoi erittäin voimakkaasti. Voi-
taneen olettaa, että korkeasuhdanteiden aikana työttömyys-
asteen ollessa alhainen kansantalouden muiden sektoreiden
ansiotyöpanoksen kysyntä on rajoittanut palvelusten ansio-
työpanoksen kysynnän kasvua. Matalasuhdanteiden aikana työt-
tömyysasteen ollessa korkealla muiden sektoreiden käytöstä
vapautuneen ansiotyöpanoksen tarjonta on päässyt purkautumaan
vuorostaan jatkuvasti kasvavan palvelusten ansiotyöpanoksen
kysyntänä.¹

A6, kilpaileva raaka-aineiden tuotanto. Tämän sektorin suurin
komponentti on metsätalouden ansiotyöpanoksen kysyntä. Sekto-
riyhtälöiden estimointitulosten tarkastelun yhteydessä huomatiin
tämän sektorin työn kysynnän sopeutuvan nopeimmin omaan
optimiinsa, sikäli kuin estimointituloksista näitä johtopää-
töksiä voidaan tehdä. Tämä seikka otettiin huomioon ja sekto-

1. Muuttujan LUR parametrin etumerkin tulkintaa olisi tässä tapauksessa voinut lähteä tarkistamaan teoreettisen osan työn tarjontajoustopuiston ja hyödykkeiden kysynnän joustopuiston välistä suhdetta tarkastelemalla palvelussektorissa. Tätä lähestymistä järkevämältä tuntui yllä esitetty. Tarkastelu sai lisätukea kokonaismallin palkkalohkon estimointikokeista. Palkkojen liukumisen selitysyhtälöissä työttömyysaste LUR sai toisin kuin muissa sektoreissa ja vastoin odotuksia palveluksissa positiivisen kertoimen.

rin A6 kysyntäyhtälö valittiin estimaattiliitteestä E7. Se sisältää selitettävän muuttujan viivästetyn termin $LHWA6_{-1}$ parametrin nollarajoituksen, mikä edellyttää työn kysynnän välitöntä sopeutusta. Tulos on esitetty kuvioliitteessä G9.

A7, kilpaileva puolivalmisteiden tuotanto. Estimaattiliitteen E8. tuloksesta saatiin sektorin A7 kysyntäyhtälö asetamalla uudessa estimoinnissa empiristisesti muuttujan LUR parametrille nollarajoitus. Tulos on kuvioliitteessä G10.

A8, muu kilpaileva tuotanto. Estimaattiliitteen E8. tulos oli tämän sektorin osalta sellaisenaan tyydyttävä. Kuvio-
liitteessä G11. on esitetty estimointitulokset testeineen.

Valittujen sektoreittaisten ansiotyöpanoksen kysyntäyhtälöiden takana olevaa datan multikollineaarisuutta voidaan arvioida niiden kuvioiden G4.-G11. yhteydessä esitetyillä testeillä. Sektoreita S1, S4 ja A6 lukuun ottamatta multikollineaarisuus on yhtälöiden selittäjäjoukoissa asteeltaan erittäin voimakasta muuttujien trendimäisyyden vuoksi. Determinantit vaihtelevat näissä sektoreissa kolmen numeron tarkkuudella .000 - .030 ja vastaavat χ^2 -testit .007 - 1.240. Perusjoukon ortogonaalisuus ja ykkösdeterminantti jäävät näillä datoilla pätemättömiksi oletuksiksi.

Selittäjien välisistä yhteiskorrelaatioista R_{xi} (jotka toisin kuin itse estimoitujen yhtälöiden kokonaiskorrelaatiot eivät ole vapausasteilla korjattuja) ja vastaavista F-tes-

teistä nähdään, että voimakkaimmin multikollineaarisuus keskittyy yleensä tuotantomuuttujiin Q_i ja jonkin verran heikommin selitettävien muuttujien viivästettyihin termeihin $LHWi_{-1}$. Muuttujista luotettavimmalta tuntuu työttömyysaste LUR, joka multikollineaarisuuden muotoa osoittavien osittaiskorrelaatiokertoimien r_{ij} ja vastaavien t-testien kertoman mukaan korreloi vähiten muiden selittäjien kanssa.

Näiden testien perusteella ei vielä mitään estimoitua yhtälöä toistaiseksi hylätä. Laajempi estimaattien luotettavuuden arviointi ja sen perusteella tapahtuva uudelleenspesifointi sekä -estimointi jää kysyntäyhtälöiden käytön ja myöhemmän tutkimuksen tehtäväksi. Testien ohjeiden mukaan näissä kiinnitetään huomio multikollineaarisimpien muuttujien parametrien stabiiliuteen sekä yhtälöiden tuottamien ennusteiden osuvuuden ja multikollineaarisuuden välisiin yhteyksiin.

15. Työn kysyntäyhtälöt yhtenäisenä systeeminä

Yhteen koottuina estimoitut ja kokonaismallin ensimmäiseen versioon alustavasti hyväksytyt työn kysyntäyhtälöt muodostavat seuraavan yhtälöjoukon:

$$(15.1) \quad \lg LE = 1.170 + .049 \lg Q - .017 \lg LUR + .597 \lg LE_{-1}$$

$$(15.2) \quad \lg LH = 1.090 + .161 \lg Q - .089 \lg (W/P) - .013 \lg LUR \\ + .549 \lg LH_{-1}$$

$$(15.3) \quad \lg LHW = .905 + .388 \lg Q - .146 \lg(W/P) - .006 \lg LUR \\ + .364 \lg LHW_{-1}$$

$$(15.4) \quad \lg LHWS1 = 3.621 - .574 \lg LHW0 - .391 \lg(W/P)S1 \\ + .355 \lg LHWS1$$

$$(15.5) \quad \lg LHWS2 = .506 + .357 \lg QS2 - .250 \lg(W/P)S2 \\ - .011 \lg LUR + .567 \lg LHWS2_{-1}$$

$$(15.6) \quad \lg LHWS3 = .116 + .201 \lg QS3 - .013 \lg LUR \\ + .537 \lg LHWS3_{-1}$$

$$(15.7) \quad \lg LHWS4 = -.608 + .083 \lg QS4 + .548 \lg(QS4_{-1}) \\ + .689 \lg LHWS4_{-1}$$

$$(15.8) \quad \lg LHWS5 = .521 + .483 \lg QS5 - .238 \lg(W/P)S5 \\ + .006 \lg LUR + .435 \lg LHWS5_{-1}$$

$$(15.9) \quad \lg LHWA6 = 1.392 + .579 \lg QA6 - .420 \lg(W/P)A6 \\ - .060 \lg LUR$$

$$(15.10) \quad \lg LHWA7 = .657 + .232 \lg QA7 - .214 \lg(W/P)A7 \\ + .605 \lg LHWA7_{-1}$$

$$(15.11) \lgHWA8 = .993 + .307 \lgQA8 - .177 \lg(W/P)A8 \\ - .022 \lgLUR + .387 \lgLHWA_{-1}$$

$$(15.12) LHWO = \sum_i LHWi, \quad i = (S2, S3, S4, S5, A6, A7, A8)$$

Jokaiseen logaritmiseen yhtälöön liittyy eksponenttiyhtälö, joka palauttaa selitettävien muuttujien logaritmit lineaarisiksi tasoiksi.¹

Tässä muodossa työn kysyntäyhtälöiden järjestelmä on yli-identifioituva. Yhtälöistä saadaan ansiotyöpanokselle LHW kaksi arvoa selitysyhtälöstä (15.3) sekä summaamalla sektoreiden ansiotyöpanokset yhtälöiden (15.4) - (15.11) tuloksista.

Koko ansiotyöpanoksen kysyntäyhtälö (15.3) estimoitiin siitä syystä, että kokonaismallia käytetään mahdollisesti myös suppeassa muodossa. Tällöin siihen otetaan työn kysynnästä ainoastaan aggregaattiyhtälöt (15.1) - (15.3). Laaja työn kysyntälohko sisältää vastaavasti yhtälöt (15.1), (15.2) sekä sektoriyhtälöt (15.4) - (15.11). Koko ansiotyöpanos lasketaan tässä tapauksessa identiteeteillä (15.12) ja (15.3.1).

$$(15.3.1) \quad LHW = LHWO + LHWS1.$$

1. Tässä on muistettava, etteivät nämä antilogaritmoidut estimaatit enää ole kuten logaritmiset estimaatit ns. BLUE-estimaatteja (best linear unbiased). Ks. C. Christ (1966), s. 260-262.

Mikäli kokonaismallin muissa osissa tarvitaan, myös yrittäjien työpanos LHY saadaan lasketuksi seuraavan identiteetin avulla:

$$(15.13) \quad LHY = LH - LHW .$$

Ennustamisessa työn kysyntälohkosta ratkaistaan aina ensimmäiseksi työllisyys LE yhtälöstä (15.1), koska sen tulos vaikuttaa muihin yhtälöihin työttömyysasteen LUR välityksellä. Työttömyysaste saadaan seuraavasta kaavasta, kun työn tarjontalohkon muuttuja, työvoima LF, tunnetaan:

$$(15.14) \quad LUR = \frac{LF - LE}{LF} \times 100 .$$

Koska työttömyysaste LUR esiintyy myös työllisyyden LE selitysyhtälössä, yhtälöt (15.1) ja (15.14) on ratkaistava simultaanisesti jollain numeerisella menetelmällä. Tämän jälkeen yhtälöiden ratkaisujärjestyksessä on otettava huomioon ainoastaan muiden sektoreiden ansiotyöpanoksen LHWO (15.12) olo maatalouden selitysyhtälössä (15.4).

Seuraavassa luvussa esitetään lyhyesti tuloksia työn kysyntälohkon alustavista simuloinneista. Yllä selitysyhtälöt on esitetty ilman virhetermejä osoittamaan, että niiden simulointi suoritetaan deterministisesti. Käytettävissä olevat simulointimenetelmät sallivat normaalisti jakautuneiden satunnaismuuttujien käytön virhetermeinä.¹ Tähän stokas-

1. Ks. esim. PROGRAM SIMULATE II (1967), s. 2.4c.

tiseen simulointiin ryhdytään vasta mallinrakennuksen myöhemmissä vaiheissa.

16. Työn kysyntälohkon kelpoisuuden koettelu

Ekonometrisen mallin rakentaminen voidaan jäsentää nelivaiheiseksi prosessiksi: spesifiointi, estimointi, validaatio ja käyttö. Tämä tutkimus on keskittynyt työn kysyntäteorian muodostukseen ja kysyntäyhtälöiden estimointiin. Prosessin seuraavana vaiheena on validaatio, estimoidun lohkon kelpoisuuden koettelu, ja sitä käsitellään lyhyesti tässä luvussa. Tarkempi validaatio ja lohkon käyttö taloudellisen kehityksen ennustamiseen sekä talouspolitiikan simulointiin alkavat kokonaismallin vastaavien rakennusvaiheiden myötä.

Estimoidun mallin validaatiossa mielenkiinto kohdistuu¹ mallin ja historiallisen datan yhteensopivuuteen, mallin ennustekykyn estimointiperiodin ulkopuolella, mallin struktuuriin ja mallin dynaamisiin ominaisuuksiin. Mallin kelpoisuuden koettelulla opitaan tuntemaan sen ominaisuudet, ennen kaikkea sen puutteet ja heikkoudet, joita tietämättä mallin käyttö ennustamiseen on epäluotettavaa ja politiikan suunnitteluun arveluttavaa, kohtalokastakin. Luonnollinen tie edetä kokonaismallin validaatiossa on koetella lohko kerrallaan ja vasta sen jälkeen koota lohkot yhteen kokonaismallin koetteluun, virheiden jäljittäminen on näin helpompaa.

1. Validaatiosta ja simuloinnista ks. C. Holt (1965) ja siinä mainitut lähteet.

16.1. Lohkon ennustamiskyvystä

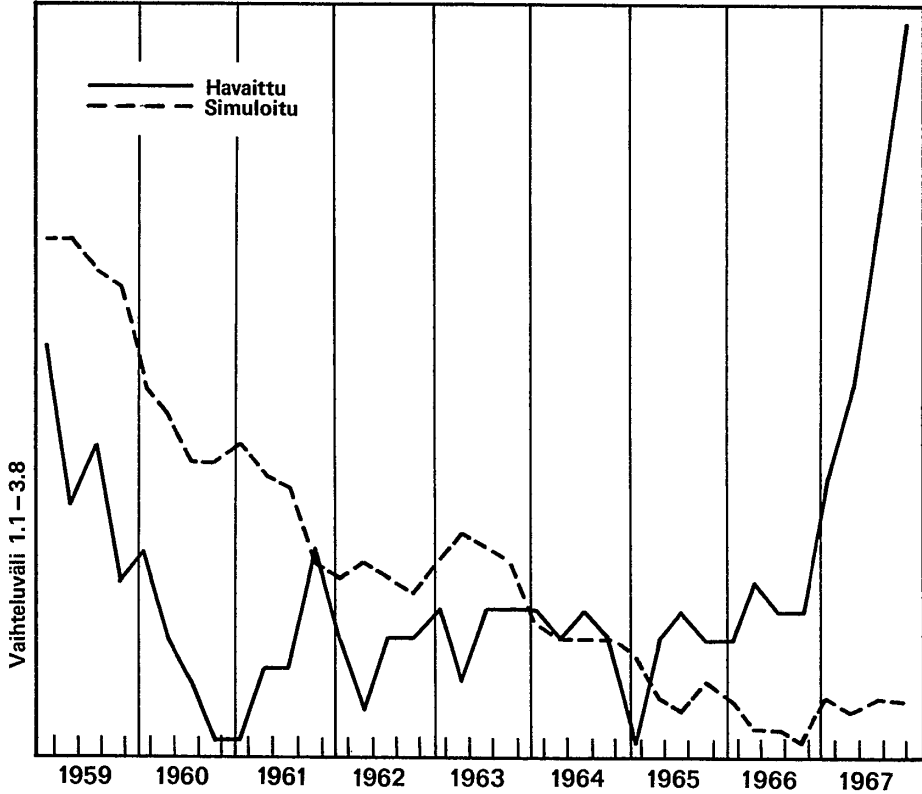
Työn kysyntäyhtälöiden valinta kokonaismalliin kaipaa vielä tarkennuksen näiden yhtälöiden ennustekäyttäytymisen osalta. Estimointitulokset tässä valinnassa voivat olla vain suuntaa antavia. Estimoinnissa on kysymys vain yhden periodin ennusteosuuden tarkastelusta. Tätä on täydennettävä kokonaismallin käyttöperiodien mittaisten ennusteiden osuuden tarkastelulla sekä estimointiperiodina että sen ulkopuolella.

Tällaisten 4 - 8 periodin ennusteiden tuloksia ei raportoita tässä, vaan tarkastellaan ensiksi 36 periodin ennustetta estimointiperiodilla. Tutkimuksen 15. luvussa esitettyjen työn kysyntäyhtälöiden aikaurat generoitiin tässä simuloinnissa käyttäen lohkon kannalta eksogeenisten muuttujien todellisia arvoja ja endogeenisistä muuttujista generoituja arvoja.¹ Tällaisen pitkän ennusteen tarkoituksena on paljastaa mahdollinen ennustevirheiden kumuloituminen ja samalla se antaa kuvan lohkon käyttäytymisestä estimointiperiodilla. Simuloinnin muista tuloksista välittämättä tarkastellaan työttömyysastetta LUR, jonka todellinen ja mallilla generoitu aikaura on esitetty kuviossa 2.

1. Itse simuloinnin vaiheita ja menetelmiä ei tässä selosteta. Simulointiohjelman selostus ks. PROGRAM SIMULATE II (1967).

Kuvio 2

TYÖTTÖMYYSASTEEN TODELLINEN JA SIMULOITU KEHITYS VUOSINA 1959 – 1967



Työttömyysaste ratkaistiin kaavasta (15.14) ja koska työn tarjonta LF oli tässä simuloinnissa eksogeeninen, työttömyysasteen simuloitun aikauran mielettömyyden syynä on oltava työllisyyden LE selitysyhtälö (15.1). Sen estimointitulokset esittävän kuvioliitteen Gl. uudelleen tarkastelussa huomiota herättää tuotantomuuttujan Q ja viivästetyn työllisyysmuuttujan LE_{-1} välinen kollineaarisuus ($r_{ij} = .938$)

muutenkin multikollineaarisessa datassa. Tämän ansiosta ilmeisestikin tuotantomuuttujan Q parametri jää arveluttavan pieneksi (= .049). Ongelman valaisemiseksi kootaan estimoidut tuotantojoustot samoin kuin reaaliansio- ja kapasiteettijoustot tauluun 3. niistä estimoiduista kysyntäyhtälöistä, joista se on mahdollista. Koska kysyntäyhtälöt ovat dynaamisia, lyhyen aikavälin joustokertoimien lisäksi taulussa on pitkän aikavälin joustot.¹

Taulu 3. Yhtälöiden (15.1) - (15.11) joustokertoimia²

Selitettävä muuttuja	Selittävät muuttujat					
	Q		(W/P)		LUR	
	s	l	s	l	s	l
LE	.049	.122	-	-	.017	.042
LH	.161	.357	.089	.197	.013	.029
LHW	.388	.610	.146	.230	.006	.009
LHWS1	-	-	.391	.606	-	-
LHWS2	.357	.824	.250	.577	.011	.025
LHWS3	.201	.434	-	-	.013	.028
LHWS4	-	-	-	-	-	-
LHWS5	.483	.775	.238	.421	.006	.011
LHWA6	.579	.579	.420	.420	.060	.060
LHWA7	.232	.587	.214	.542	-	-
LHWA8	.307	.501	.177	.289	.022	.036

1. Lyhyen aikavälin jousto on asianomaisen muuttujan parametriestimaatti ja pitkän tähtäyksen jousto saadaan jakamalla se termillä $(1-a_i)$, jossa a_i on kunkin yhtälön viivästetyn selitettävän muuttujan parametri.

2. s = lyhyen aikavälin jousto, l = pitkän tähtäyksen jousto. Tuotantojoustot (Q) ovat positiivisia, reaaliansiotasojoustot (W/P) ovat negatiivisia, samoin kuin kapasiteetin käyttöasteen joustot (LUR) sektoria LHWS5 lukuun ottamatta.

Työllisyyden LE tuotantojousto näyttää olevan poikkeuksellisen pieni muihin tuotantojoustoihin verrattuna.

A. Molander sai tutkimuksessaan Suomen kansantaloudesta periodilta 1957 - 1966 työllisyyden LE tuotantojoustolle arvoja .226 - .536.¹ Mainittu multikollineaarisuus sekä simultaaniosuusongelman huomiotta jättö² estimoinnissa lienevät työllisyysyhtälön (15.1) heikkouksien pääsyyt.

Kuviota 2. tarkasteltaessa selvisi myös se, ettei ole samantekevää, mikä triadista, työllisyys LE, työvoima LF ja työttömyys LU, jätetään residuaaliksi. Jos työttömyys lasketaan residuaalina (ja vastaavasti työttömyysaste LUR identiteetistä (15.14)), pienet selitys-/ennustevirheet työllisyyden ja työvoiman selitysyhtälöissä heijastuvat suurina työttömyysasteeseen. Yhden prosentin virhe työllisyydessä voi merkitä 50 prosentin virhettä työttömyysasteessa.

Työvoima LF tai työllisyys LE on siis jätettävä työttömyyden asemesta residuaaliksi. Koska työllisyyden selitysyhtälö (15.1) havaittiin epäkelvoksi eivätkä muutkaan estimaattiliitteiden E1. - E6. työllisyysyhtälöt ole tyydyttäviä, näyttää järkevältä työllisyyden jättäminen residuaaliksi ryhtymättä tarkistamaan teoreettista spesifikaatiota sen osalta.

1. A. Molander (1969) s. 69 - 70.

2. $LE = f(\dots, LUR, \dots)$ ja $LUR = 100 \cdot (LF - LE) / LF$, joista relaatioista simultaaniosuusongelma syntyy; lisäksi sekä LE:ssä että LUR:ssa on samat mittausvirheet. Nämä seikat olisi otettava huomioon käyttämällä estimointiin esim. instrumenttimuuttujamenetelmää.

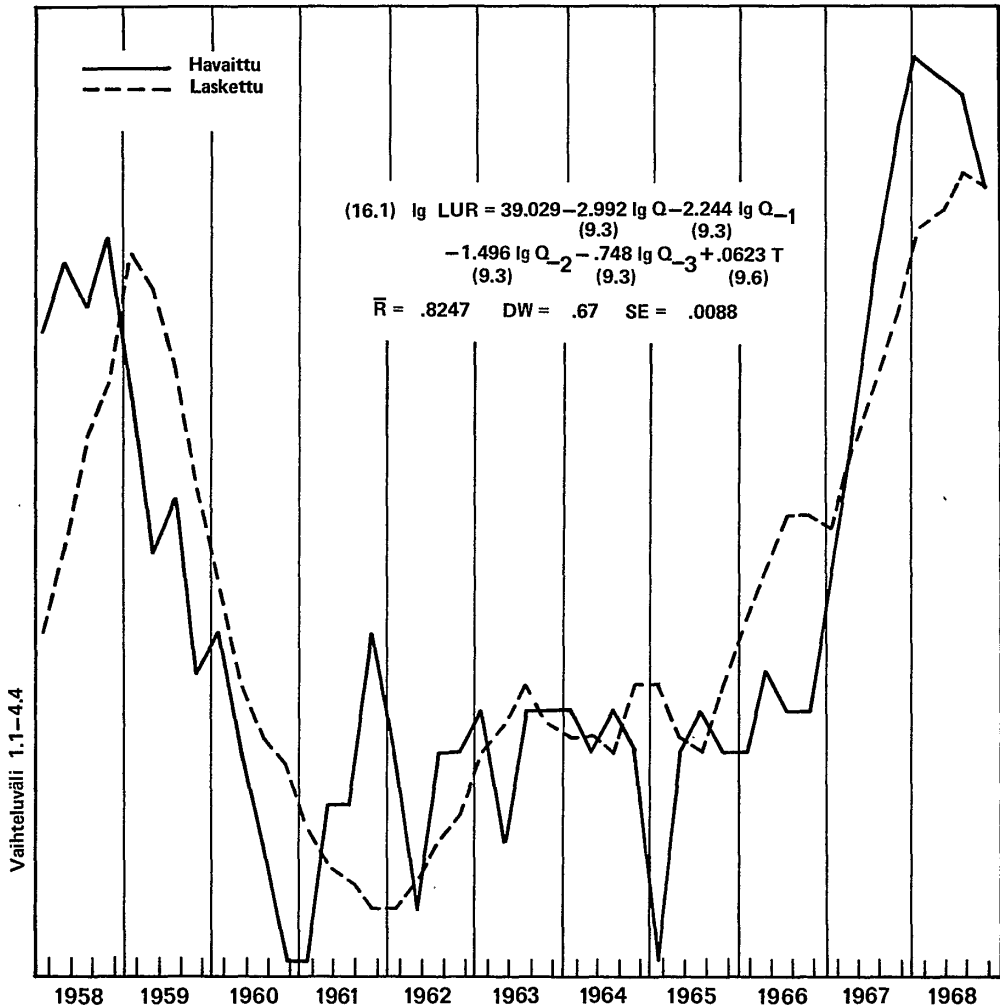
Työn tarjonta (työvoima) ja työvoimapolitiikka ovat omien selvitystensä arvoisia ja työttömyyden selitysyhtälön voisi jättää niiden huoleksi, jolloin se olisi työn kysyntälohkon simuloinnissa eksogeeninen. Työttömyysasteelle onnistuttiin kuitenkin estimoimaan ensiavunluonteinen selitysyhtälö, joka esitetään tässä selittämättä silti sen spesifioinnin ja estimoinnin vaiheita ja vaikeuksia. Estimoitu yhtälö kuvaajineen on kuviossa 3. Tuotanto Q ja sen muutokset ovat työttömyyden välittömiä syitä ja tuottavuuden ja työikäisen väestön kasvun vaikutuksia edustaa trendimuuttuja T. Kuvioista näkee, että työvoimapolitiikan (työmäärärahojen ja työttömyyskorvausten vaikutusten) mukaanotto tarkasteluun parantanee yhtälön selityskykyä ainakin vuosina 1966 - 1968.

Työttömyysasteen yhtälöllä (16.1) täydennetty työn kysyntälohko simuloitiin uudestaan, nyt 44 vuosineljännekselle vuosina 1959 - 1969, joista siis vuosi 1969 on estimointiperiodin jälkeen. Työllisyisyhtälö (15.1) korvattiin simuloinnissa identiteetillä:

$$(16.2) \quad LE = LF - \frac{LUR \cdot LF}{100} ,$$

LF = työvoima (eksog.).

Kuvio 3

TYÖTTÖMYYSASTEEN SELITYSYHTÄLÖ (16.1)¹

1. Yhtälö estimoitiin OLS-menetelmällä käyttäen tuotantomuuttujan Q viivejakautassa 1. asteen polynomien mukaisia painoja. Näistä ns. Almonin painoista ks. S. Almon (1965). Multikollinearisuustestejä tämä estimointiohjelma ei tuota.

Simuloinnin tulokset ovat kuvioliitteissä G12. - G24. Niissä logaritmiset muuttujat on palautettu lineaarisiksi.¹ Ihmissilmää kvantitatiivisempaa ennustekyvyn mittaria käyttämättä tuloksiin voi olla suhteellisen tyytyväinen sekä vuosien 1959-1966 ex post -ennusteiden että vuoden 1969 ex ante -ennusteiden osalta.

Työttömyysasteen simulointitulokseksi (G12.) on yhtälön sisällön vuoksi sama kuin estimointitulokseksi, tosin lineaarisena. Ex ante-ennuste vuodelle 1969 on erittäin hyvä. Työllisyyden simulointitulokseksi (G13.) saatiin identiteetistä (16.2), joten siihen tulevat samat huomautukset kuin edellä työttömyysasteeseen. Koko työpanos toimii simuloinnissa (G14.) huonommin kuin estimoinnissa (G2.). Osa sen virheistä palautuu työttömyysasteen virheisiin.²

Ansiotyöpanoksesta on kaksi tulosta, toinen (G15.) vastaa selitysyhtälöä (15.3) ja toinen (G16.) identiteettiä (15.3.1), joista molemmat tulokset ovat tyydyttäviä. Ansiotyöpanoksen sektoreittaisista tuloksista (G17. - G24.) kiinnittää huomiota maatalous (G17.), jonka ex ante-ennuste vuodelle 1969 on suunnaltaankin väärä. Tulokseen voi olla syynä selitettävän sarjan epäluotettavuus, mitä sarjassa näkyvät poikkeavat havainnot osittain kuvastavat. Sektorin A6 tulos (G22.) on myös osittain epätyytyttävä. Sektoreiden A7 ja A8 (G23. ja G24.) ex ante -ennusteet yliarvioivat kehityksen, joskaan prosenttinen virhe ei ole suuri.

1. Ks. s. 91 alaviitta 1.

2. Työpanoksen LH tuotantojousto on epäilyttävän pieni, ks. taulu 3.

Esitettyjä ennustekyvyn arviointeja on vielä täydennettävä 4 - 8 periodin ennusteita tutkimalla ja ulottamalla ex_ante-ennusteet datan valmistuttua vuoteen 1971 asti. Analyysissa on erityisesti tarkattava kysyntälohkon suhdanneominaisuuksia, ts. miten hyvin se ennustaa nousut, laskut ja käänteet.

16.2. Lohkon struktuurista

Ennustekyvyn tutkiminen on ekonometrisen mallin toiminnan tulosten tutkimista. Itse mallin toimintaakin, sen struktuuria, on tarpeen tutkia, varsinkin jos toiminnan tulokset, ennusteet, eivät ole tyydyttäviä. Lisäksi on muistettava, että malli yleensä kuvaa taloudellista rakennetta, jota ei tunneta ja johon mallin rakennetta ei siis voida verrata sen kelpoisuuden osoittamiseksi. Mallin struktuuri muodostuu sen muuttujista ja niiden välisistä (kausaali)suhteista sekä näiden suhteiden voimakkuutta osoittavista parametreista. Struktuurin analyysissa tarkastellaan toisaalta mallin kausaaliketjuja ja toisaalta mallin parametreja.

Mallin kausaaliketjut määräävät muuttujien (yhtälöiden) ratkaisujärjestyksen mallia ratkaistaessa. Simultaanisten muuttujien väliset vaikutukset ovat kaksisuuntaisia tarkastelu-periodin aikana ja rekursiivisten muuttujien välillä vaikutukset etenevät yksisuuntaisina ketjuina. Kokonaismallin kausaaliketjut ovat kahdentasoisia: lohkojen välisiä ja muuttujien välisiä. Varsinaisesti kausaalisuuden ja ennen kaikkea simultaanisuuden ongelmat tulevatkin esille kokonaismallis-

sa. Yksittäisten lohkojen struktuurin määrittämisessä ei näitä ongelmia tarvitse esiintyä.

Edellä 15. luvussa jo käsiteltiin yhtälöiden (15.1) - (15.14) muodostaman työn kysyntälohkon struktuuria yhtälöiden ratkaisujärjestyksen osalta. Ainoastaan kaksi sen yhtälöä, (15.1) ja (15.4), olivat keskenään simultaanisia. Epälineaarisuuden vuoksi niiden ratkaisemiseen tässä luvussa ensiksi esitetystä simuloinnissa oli käytettävä numeerista menetelmää. Toisen simuloinnin työn kysyntälohko (15.2) - (15.13) ja (16.1) - (16.2) on täysin rekursiivinen, joten sen ratkaisussa ei ole ongelmia.

Tarkkaan ottaen muuttujien välisten suhteiden voimakkuutta ei osoita pelkästään asianomainen parametri, vaan parametrin ja muuttujan tulo. Mallin struktuurin määrittelevien parametrien tarkastelussa tämä tulee esiin siinä, ettei huomiota kiinnitetä pelkästään parametrien stabiliteettiin, vaan sen lisäksi tarkastellaan mallin herkkyyttä muuttujissa oleville virheille.

Työn kysyntälohkon tuottamat ennusteet perustuivat edellä eksogeenisten muuttujien todellisiin arvoihin. Näin ennustettaessa saadaan selville lohkon ennustekyky. Lohkon herkkyyden muuttujissa oleville virheille on vielä tutkittava tekemällä ennusteita, jotka perustuvat keinotekoisesti virheellisiin eksogeenisiin muuttujiin. Näin saadaan selville eksogeenisten muuttujien virheiden vaikutukset lohkon tuottamien ennus-

teiden luotettavuuteen. Tämä analyysi jää tulevaisuuden tehtäväksi.

Työn kysyntälohkon parametrien stabiliteettia tutkittiin esimerkinomaisesti ainoastaan sektorin A6 ansiotyöpanoksen kysyntäyhtälön (15.9) osalta. Kuvion G22. kertoman mukaan yhtälö ei näet tuottanut täysin tyydyttäviä ennusteita. Stabiliteettitarkastelu suoritettiin estimoimalla asianomainen kysyntäyhtälö eri mittaisilta periodeilta.¹ Tulokset ovat taulussa 4.

Taulu 4. Sektorin A6 kysyntäyhtälön parametrien stabiilius

lgLHWA6 = a ₁ + a ₂ lgQA6 + a ₃ lg(W/P)A6 + a ₄ lgLUR + u						
Periodi	Havain- toja	\hat{a}_1	\hat{a}_2	\hat{a}_3	\hat{a}_4	\bar{R}
1958/I-						
1963/II	22	.298	.842	-.203	-.003	.867
1963/IV	24	.208	.841	-.156	-.001	.873
1964/II	26	.742	.747	-.306	-.030	.854
1964/IV	28	.672	.749	-.274	-.025	.846
1965/II	30	1.304	.576	-.374	-.054	.733
1965/IV	32	1.431	.580	-.442	-.060	.741
1966/II	34	1.464	.587	-.467	-.062	.791
1966/IV	36	1.450	.532	-.388	-.066	.720
1967/II	38	1.314	.551	-.350	-.048	.726
1967/IV	40	1.594	.502	-.424	-.092	.815
1968/II	42	1.529	.522	-.417	-.079	.850
1968/IV	44	1.392	.579	-.420	-.060	.850

1. Idean antoi R.C. Fair (1971), s. 155-179.

Taulun 4. tulokset osoittavat sektorin A6 työn kysyntäyhtälön parametrit melko epästabiileiksi. Tässä ei kuitenkaan lähdetä ilmiön syitä tutkimaan (multikollineaarisuus, väärä spesifikaatio, jne.), vaan todetaan, että yhtälöä on käytettävä toistaiseksi varauksellisesti. Parametrien epästabiilius jatkuu myös estimointiperiodin ulkopuolella. Vastaavat stabiliteettianalyysit on suoritettava kaikille kysyntäyhtälöille ennen niiden käyttöä varsinaiseen ennustamiseen. Täysin stabiileja parametreja tuskin kannattaa odottaa; on vain määriteltävä hyväksyttävä epästabiilius. Mikäli epästabiiliudessa on säännöllisyyttä (trendi, aalto, sykli), se voidaan ennustamistilanteessa ottaa huomioon parametreille tehtävinä korjauksina, ellei itse spesifikaatiota onnistuta korjaamaan.

16.3. Lohkon dynamiikasta

Ekonometrisen mallin spesifioinnin ja estimoinnin virheiden paljastamista täydentää edellä tarkasteltujen ennuste- ja struktuurianalyysin lisäksi mallin dynaamisten ominaisuuksien tutkiminen. Pienten ja lineaaristen mallien dynamiikka on analyttisesti hallittavissa differenssiyhtälöiden ratkaisujen avulla. Suurten ja epälineaaristen mallien dynamiikan selvittämiseen tarvitaan numeerisia menetelmiä.

Mallin dynamiikka luokitellaan sisäiseksi ja ulkoiseksi sen mukaan, mitkä voimat ovat muutoksen takana.¹ Ulkoinen

1. Oiva esitys ekonometristen mallien dynamiikasta: T. Brown (1971), s. 392 - 418.

dynamiikka on eksogeenisista tekijöistä lähtöisin ja sisältyy näin eksogeenisten muuttujien muutoksiin. Tärkein ulkoisen dynamiikan luokka on mallin muuttujien kasvu-urat, jotka osoittavat mallin endogeenisten muuttujien muutosnopeudet eksogeenisten muuttujien pysyessä muuttumattomina aikaa lukuun ottamatta.

Työn kysyntälohkon muuttujien kasvu-uria ei tässä tutkita. Lohkon dynamiikka on tältä osin siksi yksinkertainen. Trendimuuttuja T esiintyy työttömyysasteen selitysyhtälössä ja lisäksi siitä seuraten kaikissa niissä yhtälöissä, joissa työttömyysaste on selittäjänä. Yhtälöiden logaritmisuuden vuoksi kasvu-urat ovat eksponentiaalisia.

Mallin sisäisen dynamiikan synnyttävät endogeenisten muuttujien välillä olevat viivästyneet vaikutussuhteet. Niiden tutkiminen on mielenkiintoista siksi, että yksin tästä sisäisestä dynamiikasta riippuu, millaisia aikauria malli tuottaa eksogeenisten shokkien jälkeen. Kumulatiivisesti tai syklisesti räjähtäviä aikauria tuskin kukaan uskoo talouden todellisen struktuurin tuottamiksi. Suoraan tai syklisesti stabiloituvista aikaurista on mielenkiintoista tarkastella niiden stabiloitumisnopeuksia, joiden avulla voidaan arvioida esimerkiksi malliin sisällytettyjen talouspoliittisten instrumenttien vaikutusnopeuksia.

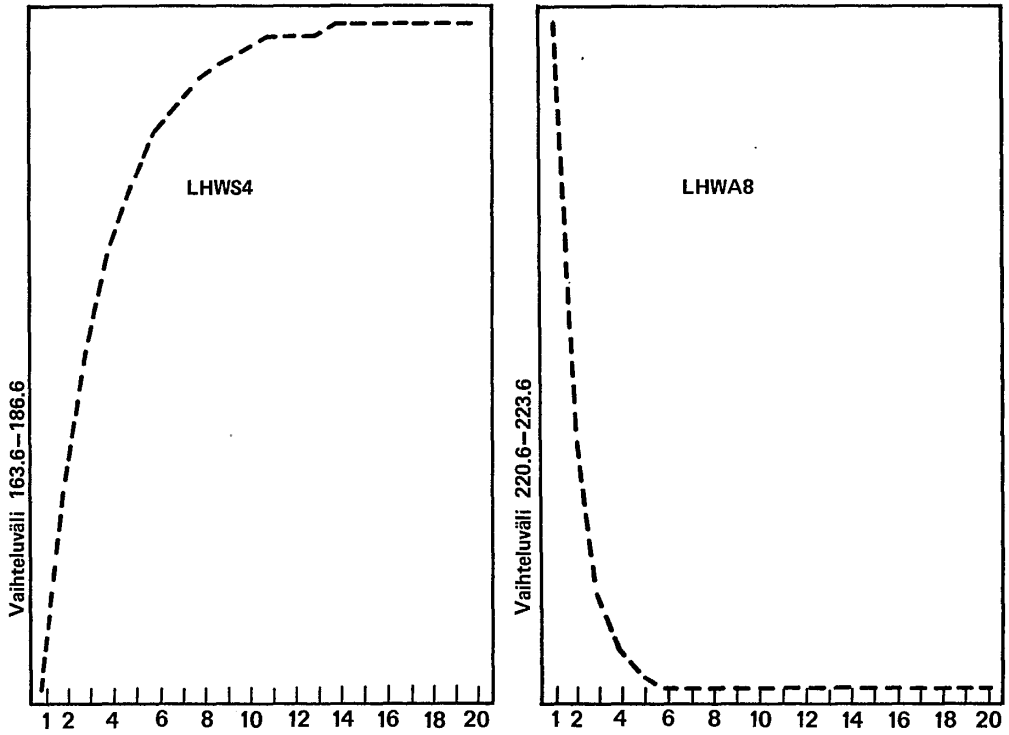
Työn kysyntäyhtälöistä on sisäisesti staattisia työttömyysasteen selitysyhtälö (16.1) ja siitä seuraten työllisyysiden-

titeetti (16.2) sekä sektorin A6 kysyntäyhtälö (15.9); niiden selittäjinä ei ole viivästettyjä endogeenisiä muuttujia. Muut kysyntäyhtälöt ovat ensimmäisen asteen differenssiyhtälöitä, joissa on vain selitettävien muuttujien ensimmäisiä viivästyksiä. Näin ollen niiden sisäinen dynamiikka saataisiin selville differenssiyhtälöiden homogeenisen osan yleisen ratkaisun avulla. Tätä ei niistä haeta, sillä yhtälöistä näkee suoraan, että ne ovat stabiloituvia, ts. viivästettyjen endogeenisten muuttujien parametrit ovat välillä $(0, 1)$. Myös stabiloitumisnopeudet ovat laskettavissa. Kuvat niistä saatiin kuitenkin vaivatta numeerisesti työn kysyntälohkon simuloinnin yhteydessä. Dynamiikan tutkimista varten lohkoa pyöritettiin 20 periodia vuoden 1959 I neljänneksen alkuarvoista lähtien pitämällä kaikkia eksogeenisiä muuttujia vakioina ja antamalla endogeenisille muuttujille generoidut arvot. Kuviossa 4. on esitetty esimerkkinä hitaimmin stabiloituneen (14 periodia) ja nopeimmin stabiloituneen (6 periodia) muuttujan aikaurat.

Tässä luvussa lyhyesti esitellyn työn kysyntälohkon kelpoisuuden koetteluun myötä lienee tullut ilmi se valtava työmäärä, josta kokonaismallien rakentajien on suoriuduttava tyydyttävien tuloksin, ennen kuin he lähtevät markkinoimaan tuotettaan, ainakin todelliseen käyttöön. Mallin validaatio on kuluttajavalistusta, joka osoittaa tuotteen ominaisuudet ja laadun.

Kuvio 4

MUUTTUJIEN LHWS4 JA LHWA8 AIKAURAT



17. Tutkimuksen empiirisen osan arviointia

Estimoitujen ja kokonaismallin ensimmäiseen versioon valittujen työn kysyntäyhtälöiden käyttöön liittyvien varauksien vuoksi tarkastellaan tässä luvussa empiirisen osan lopuksi yleisesti datan laatua, estimointimenetelmää sekä estimointituloksia.

Yksi tämän tutkimuksen rakenteeseen ja sisältöön vaikuttanut ohjenuora on ollut käsitys taloudellisen tutkimuksen tarkoituksenmukaisesta työnjaosta. Tutkimuksissa käytettävien tilastojen luotettavuuden analysointi sekä niihin liittyvien heikkouksien selväksi tekeminen on tässä nähty tilastojen tekijöiden tehtäväksi. Kvantitatiivisen taloustutkimuksen siirtyessä yhä suurempien datamassojen käsittelyyn on vaarana, että näiden datojen luotettavuustarkastelut vievät tarpeettoman suuren osan itse tutkimukseen käytettävästä energiasta ja tulosten esittelyyn varattavasta tilasta.¹

Esitetyn näkemyksen mukaisesti tutkimuksessa käytetty data on joko otettu lähteistään sellaisenaan tai konstruoitu asianomaisten tilastojen tekijöiden neuvojen mukaan. Varsinainen tilastojen luotettavuuden tarkastelu on jäänyt näistä lähteistä vaivatta saatujen tietojen varaan. Tällaiseen työnjakoon ryhtymisen riskinä on tilastojen laskentamenetelmien estimoinnin sekä tilastontekijöiden eikä itse taloudellisen käyt-

1. Lukuisat tässä tutkimuksessa pelkän maininnan varaan jääneet taloudelliset ja ekonometriset ongelmat osaltaan kuvaavat ekonomistin työnsä lanteutta, jota laventamaan ei enää tilastotekniikkaa tarvita.

täytymisen analysoinnin vaara, niin kauan kuin kaikista tilastoista ei ole saatavissa niiden eksplisiittisiä konstruointimenetelmien selostuksia.

Työn kysyntäyhtälöiden estimoinnissa käytetystä datasta ilmeisesti on epäluotettavinta kaikki selitettäviä muuttujia (työllisyyttä lukuun ottamatta) koskeva data. Sektoreittaiten ansiotyöpanosten yhteydet selittäviin muuttujiinsa ovat varmasti sekä taloudellisia että laskennallisia.¹ Lisäksi niiden neljännesvuosisarjojen konstruoinnissa käytetty algoritmi lienee liian jäykkä.² Tämän näkee joidenkin kuvioiden kummallisuuksista, esimerkiksi kuvion G4. vuoden 1959 IV havainnosta ja vuosien 1962 ja 1963 selvistä tasosiirtymistä tai kuvion G5. tasaisesta vuodesta 1962.

Neljännesvuosisarjojen konstruointia varten ohjelmoitiin tämän tutkimuksen aikana edellistä joustavampi algoritmi.³ Sitä käytetään kuitenkin vasta seuraavassa vaiheessa tarkistettaessa kaikki kokonaismalliin liittyvät aikasarjat.

Joistakin laskennallisista yhteyksistään huolimatta kansantalouden tilinpidon mukaisiin työpanossarjoihin on tyytyminen, koska muita ei ole saatavissa. Seurauksena näiden käytöstä on enempien taloudellisten tulkintojen puuttuminen tästä tutkimuksesta.

1. Työpanosten laskentamenetelmiä on selvitetty jonkin verran esim. julkaisussa P. Grönlund - O.E. Niitamo (1968).

2. Ks. dataliitteen selostus.

3. Ks. F.T. Denton (1971).

Jo estimointimenetelmän esittelyn yhteydessä mainittiin simultaanisen lähestymistavan välttämättömyys tällaisten moniyhtälöjärjestelmien estimoinnissa. Lisäksi tuotiin esiin näkemys, ettei yksittäisten yhtälöiden vaihtoehtoisina estimoituja spesifikaatioita ole aiheellista tarkastella pelkästään suhteessa itseensä. Niiden käyttäminen simultaanisessa järjestelmässä vaatii spesifikaatioiden tarkastelun myös suhteessa koko järjestelmään.

Vastoin näitä käsityksiä työn kysyntäyhtälöt estimoitiin yhden yhtälön pns-menetelmällä ja yhtälöiden valinta kokonaismalliin perustui pääasiassa kulloisenkin yhtälön estimointitulosten tarkasteluun. Työn kysyntälohkon ja samalla koko mallin seuraavassa rakennusvaiheessa malliin hyväksytyt yhtälöt estimoidaan jollain konsistentilla menetelmällä. Tässä yhteydessä ja rinnan kokonaismallin tai sen eri osien simuloinnin kanssa on mahdollista suorittaa vertailuja myös vaihtoehtoisten spesifikaatioiden vaikutusten välillä.

Simultaanisuus ei ole ainoa tekijä, joka särkee käytetyn estimointimenetelmän ehdot. Työn kysyntäyhtälöiden estimoinnin yhteydessä paljastui virhetermien autokorreloituisuus. Selitettävän muuttujan viivästetyn termin lisääminen estimoitaviin yhtälöihin vähensi tosin autokorrelaatiota, mutta se saattaa olla näennäistä. Tässä tapauksessa käytetty autokorrelaatiotesti on harhainen.

Autokorrelloituneet virhetermit ovat suhteellisen yksinkertaisen spesifikaation seuraus. Teoreettisessa tarkastelussa ei ole otettu mukaan kaikkia työn kysyntään olennaisesti vaikuttavia tekijöitä ja tämän mukaisesti virhetermit jäävät empiirisessä analyysissä autokorrelloituneiksi. Tämän huomioon ottavan estimointimenetelmän käyttö jää taaskin mallinrakennuksen seuraavan vaiheen huoleksi.¹

Tutkimuksen empiirisessä osassa ei pyritty tarkkaan vertailemaan vaihtoehtoisia spesifikaatioita. Teoreettisen osan taulun 2. identifiointikaavat jäävät empiirisen osan kannalta irralliseksi, koska data ja sen multikollineaarisuus, teoreettisen tarkastelun partiaalisuus sekä estimointimenetelmän ei-simultaanisuus ovat syynä siihen, ettei esimerkiksi tuotantofunktioiden identifioituja parametreja ole tarkasteltu eri sektoreissa ja vertailtu keskenään sekä muihin tutkimuksiin.²

Ainoat sektoreiden väliset vertailut suoritettiin löysin käsittein niiden työn kysynnän sopeutusnopeuden osalta. Tuotantofunktioiden parametrien lisäksi tarkastelutta jäivät epätäydellisen kilpailun oletuksen vertailu kussakin sektorissa, estimointituloksista laskettavissa olevat keskimääräiset viivästykset, pitkän tähtäyksen joustokertoimet jne. Näiden kaikkien tarkastelemattomuus saattaa olla liikaa kriittisyyttä, mutta näin ainakin välttää perusteettomilta tulkinnoilta. Työn kysyntälohkon käytön ja jatkokehittelyn yhteydessä suo-

1. Ks. edellä s. 47 alaviitta 2.

2. "The empirical evidence seems to indicate that the parameters of the CES production function are highly sensitive to slight changes in the data, measurement of variables, and methods of estimation." M. Nadiri (1970), s. 1151.

ritettavan datan luotettavuuden systemaattisen tarkistamisen jälkeen näihin tulkintoihin voi paremmin perustein ryhtyä.

Työn kysyntälohkon kelpoisuuden koettelu on suoritettava 16. luvussa esitettyä perusteellisemmin ja koettelun mahdollisesti paljastamat puutteet on korjattava ennen lohkon varsinaista käyttöä.

18. Yhteenveto ja tutkimuksen jatkovaiheita

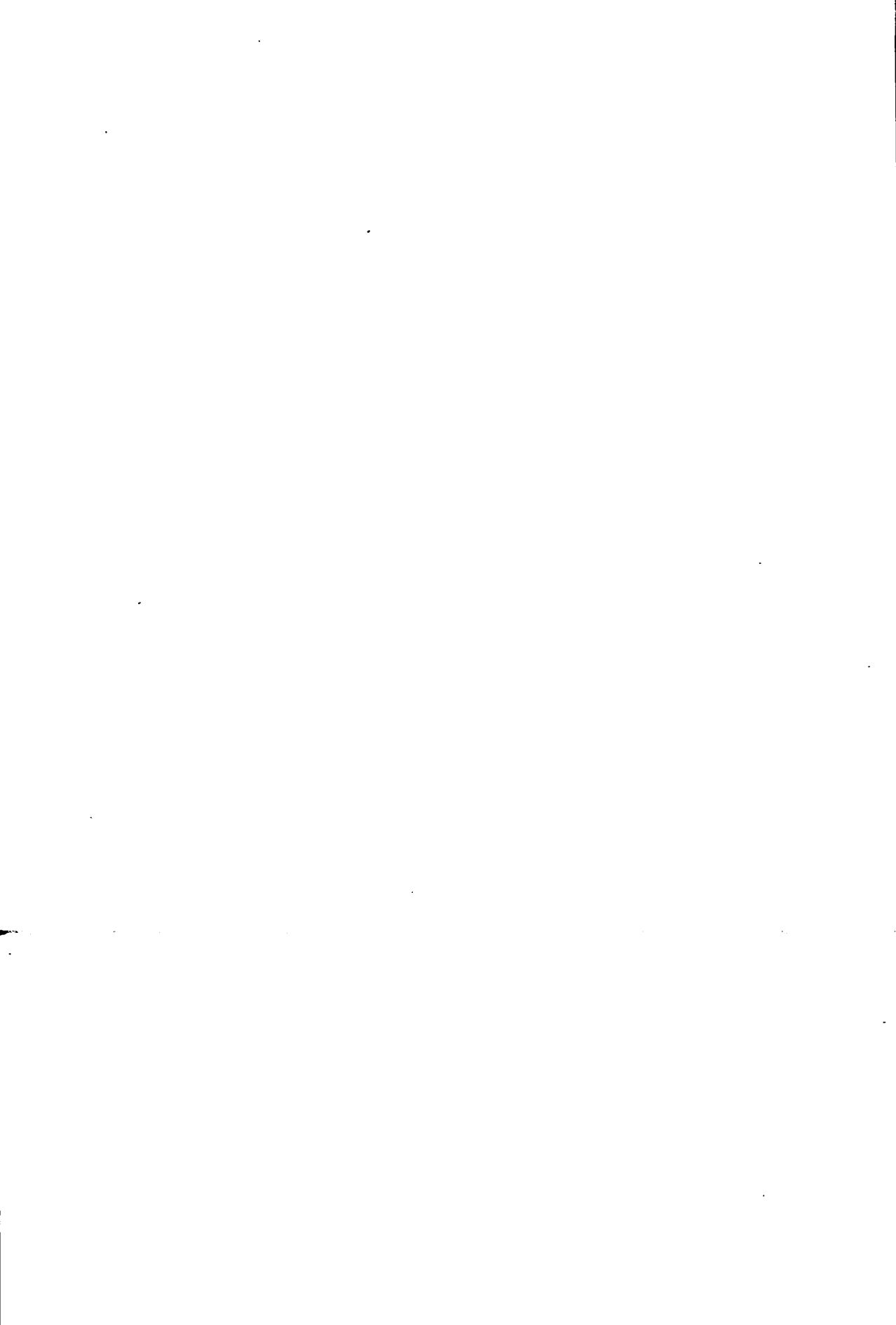
Tutkimuksen teoreettisena viitekehyksenä esitetyn työn kysyntäteorian perusaineokset ovat peräisin neoklassisesta tuotannon teoriasta. Tuotannontekijöiden kysynnän määräävät sen mukaan toisaalta skaalatekijät, lähinnä tuotannon taso ja yrityksen kokoa osoittava pääomakanta, sekä toisaalta suhteellisten hintojen muutosten aiheuttamat substituutiovaikutukset. Käytettävissä olevan datan rajoitusten vuoksi teoreettinen tarkastelu suoritettiin partiaalisena ja tästä syystä skaalatekijöistä pääomakanta sekä substituutiotekijöistä pääoman hinta jäivät huomiotta.

Näihin pitkän tähtäyksen tekijöihin liitettiin lyhyen tähtäyksen tekijöitä huomioon ottamaan työn kysynnän sopeutusmekanismi sekä työ- ja hyödykemarkkinoiden epätäydellisyyksiä huomioon ottava kapasiteetin käyttöaste. Näiden pitkän ja lyhyen tähtäyksen tekijöiden yhteisvaikutukset määräävät kunkin periodin työn kysynnän sekä yrityksessä että koko kansantaloudessa.

Tutkimuksen empiirisestä osasta saatiin tukea esitetylle työn kysyntäteorialle. Sen olennaisimmat tekijät: tuotanto, reaali-palkat, työttömyysasteella mitattu kapasiteetin käyttöaste sekä osittaisen sopeutuksen huomioon ottava selitettävän muut-tujan viivästetty termi toimivat tyydyttävästi suoritetuissa estimoinneissa ja niitä täydentäneessä työn kysyntälohkon kel-poisuuden koettelussa.

Omissa luvuissaan esitettyihin teoreettisen osan ja empiiri-sen osan arviointeihin ei tässä ole enää syytä palata. Yh-teenvetona niistä mainittakoon tutkimuksen välillisistä tu-loksista tärkeimmät: kokonaismallin työmarkkinalohkon myöhem-piä rakennusvaiheita ohjaava teoreettisen tarkastelun koko-naisvaltaisuuteen ja simultaanisuuteen sekä näitä vastaavien konsistenttien estimointimenetelmien käyttämiseen pyrkiminen.

Työmarkkinalohkoksi yhdistetään työn kysyntä- ja tarjonta-yhtälöt sekä (sikäli kuin siinä onnistutaan) julkisen vallan työvoimapolitiikan vaikutuksia osoittavat yhtälöt. Työmark-kinalohkon kehittämisessä voidaan samanaikaisesti edetä kah-teen suuntaan kokonaismallin käyttötarkoitusten mukaan. Täl-löin työmarkkinayhtälöitä kehitetään toisaalta siten, että niiden ennustekyky paranee, ja toisaalta siten, että niiden avulla pystytään luotettavasti tarkastelemaan työvoima- ja muun talouspolitiikan vaikutuksia. Tässä voi tulla kysymykseen kahden eri version muodostaminen työmarkkinalohkosta. Toisella suppeammalla pystytään nopeasti tuottamaan tarvit-tavia ennusteita ja toisella laajemmalla varsinaisesti suo-ritetaan politiikan simulointi.



Almon, S.: The Distributed Lag Between Capital Appropriations and Expenditures, ECON., January 1965.

Arrow, K.J. - Chenery, H.B. - Minhas, B. - Solow, R.M.: Capital-labor Substitution and Economic Efficiency, RE&S, August 1961.

Ball, R.J.: The Significance of Simultaneous Methods of Parameter Estimation in Econometric Models, AS, January 1963.

Bonin, J.M.: Seasonality and Economic Analysis, SEJ, October 1967.

Bowen, W.G. - Finegan, T.A.: The Economics of Labor Force Participation, Princeton, New Jersey 1969.

Brown, T.M.: Specification and Uses of Econometric Models, London 1970.

Christ, C.F.: Econometric Models and Methods, New York 1966.

Denton, F.T.: Adjustment of Monthly or Quarterly Series to Annual Totals: An Approach Based on Quadratic Minimization, JASA, March 1971.

Dhrymes, P.J.: A Model of Short-run Labor Adjustment, in The Brookings Model: Some Further Results, eds. J. Duesenberry et. al., Amsterdam 1969.

Driehuis, W.: A Quarterly Model of the Netherlands Economy, The Hague 1970.

1. Tutkimuksessa käytetyn datan lähdeviitteet ovat dataliitteen yhteydessä.

Economic Planning Centre: Medium Term Planning Model for the Finnish Economy (MEPLAMO), Helsinki 1970.

Evans, M.K.: Macroeconomic Activity, New York 1969.

Evans M.K. - Klein, L.R.: The Wharton Econometric Forecasting Model, Philadelphia 1967.

Fair, R.C.: The Short-run Demand for Workers and Hours, Amsterdam 1969.

Fair, R.C.: A Short-run Forecasting Model of the United States Economy, Lexington, Massachusetts 1971.

Farrar, D.E. - Glauber, R.R.: Multicollinearity in Regression Analysis: The Problem Previsited, RE&S, February 1967.

Grönlund, P. - Niitamo, O.E.: Suomen kansantalouden tilinpito vuosina 1948 - 1964, käsitteet ja menetelmät, Helsinki 1968.

Haitovsky, Y.: Multicollinearity in Regression Analysis: Comment, RE&S, November 1969.

Heikkonen, E.: Asuntopalvelukset Suomessa 1860 - 1965, Helsinki 1971.

Hodges, D.J.: A Note on Estimation of Cobb-Douglas and CES Production Function Models, ECON. October 1969.

Jorgenson, D.W.: Capital Theory and Investment Behavior, AER, May 1963.

Jorgenson, D.W.: Rational Distributed Lag Functions, ECON. January 1966.

Klein, L.R.: An Introduction to Econometrics, Englewood Cliffs, New Jersey 1962.

Kukkonen, P.: Analysis of Seasonal and Other Short-term Variations with Applications to Finnish Economic Time Series, Helsinki 1968.

Kukkonen, P.: Ekonometriset mallit suhdannepolitiikan suunnittelussa, KAK, nide 3 1971.

Marschak, J. - Andrews, W., Jr.: Random Simultaneous Equations and the Theory of Production, ECON. July-October 1944.

Molander, A.: Kokonaistaloudelliseen hinta- ja palkkatasoon vaikuttavat tekijät Suomessa vuosina 1949 - 1962, Helsinki 1965.

Molander, A.: A Study of Prices, Wages and Employment in Finland, 1957 - 1966, Helsinki 1969.

Molander, A. - Aintila, H. - Salomaa, J.: Hintatason ja tulo- ja palkan määräytyminen avoimessa taloudessa panos-tuotosmallin avulla tarkasteltuna, Helsinki 1970.

Nadiri, M.I.: The Effects of Relative Prices and Capacity on the Demand for Labor in the U.S. Manufacturing Sector, RofES, July 1968.

Nadiri, M.I.: Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Factor Productivity: A Survey, JEL, Nr 4 1970.

Nadiri, M.I. - Rosen, S.: Interrelated Factor Demand Functions, AER, September 1969.

Nerlove, M.: Distributed Lags and Demand Analysis for Agricultural and Other Commodities, Washington 1958.

Nerlove, M.: Notes on the Production and Derived Demand Relations Included in Macroeconometric Models, IER, June 1967.

Niitamo, O.E.: Tuotantofunktio, sen jäännöstermi ja teknillinen kehitys, Helsinki 1969.

Oi, W.Y.: Labor as a Quasi-fixed Factor, JPE, December 1962.

Okun, A.M.: The Political Economy of Prosperity, Washington 1970.

Program Simulate II: A User's and Programmer's Manual, eds. C. Holt, et al., Madison, Wisconsin 1967.

A Quarterly Model of the Finnish Economy by the Model Project Team of the Research Department, Bank of Finland Institute for Economic Research, Series D:29, Helsinki 1972.

Solow, R.M.: Short-run Adjustment of Employment to Output, in Value, Capital and Growth, ed. J.N. Wolfe, New York 1968.

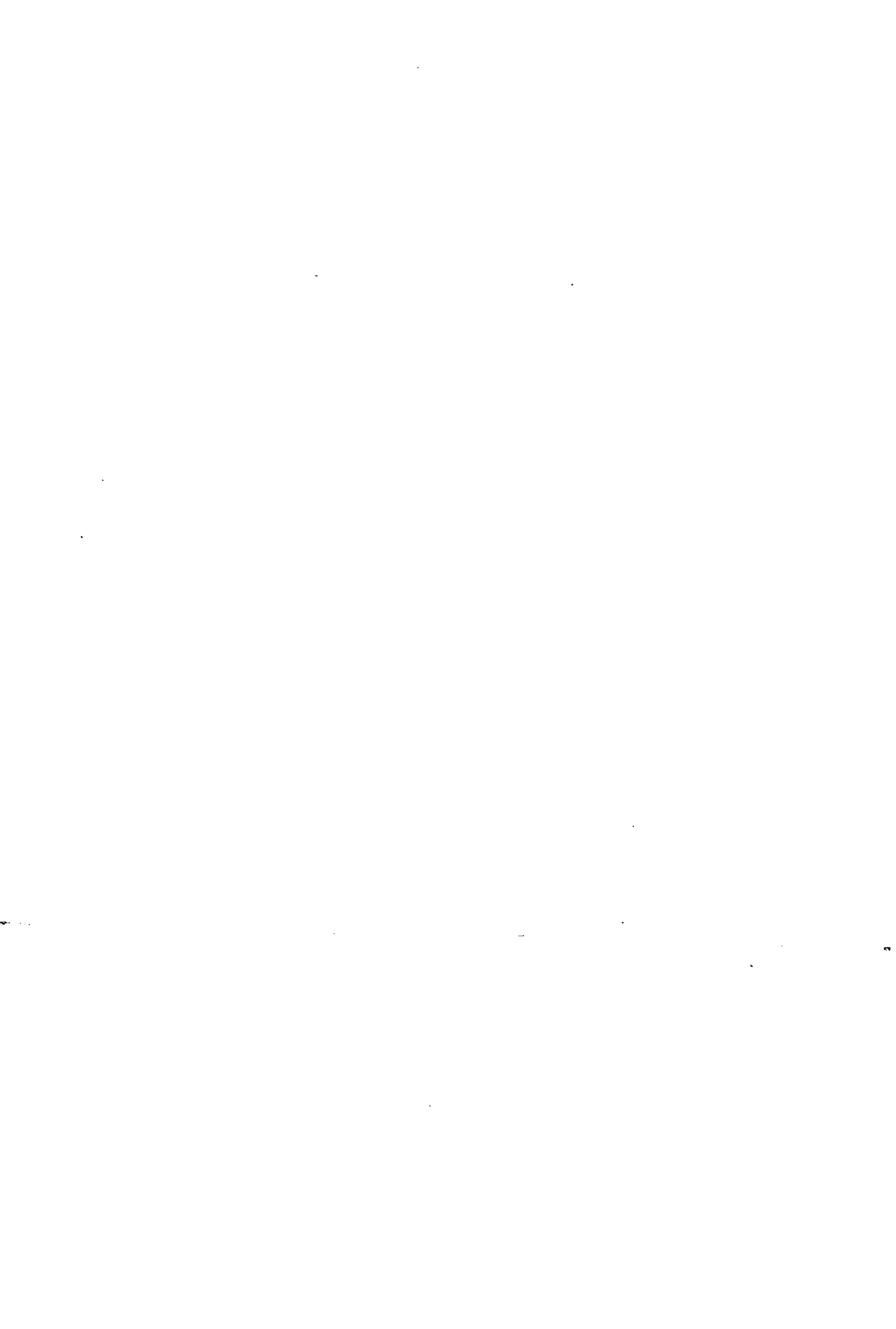
Theil, H.: Linear Aggregation of Economic Relations, Amsterdam 1954.

Willman, A.: Kapasiteetin käyttöaste Suomen kansantaloudessa vuosina 1959-1969, kansantaloustieteen pro gradu-tutkielma, Helsingin yliopisto, Helsinki 1971.

Zarembka, P.: Notes on Testing Symmetry Conditions Between Factor Demand Equations, ECONOMICA, February 1971.

Lähdeluettelon lyhenteet:

- AER = American Economic Review
AS = Applied Statistics
ECON. = Econometrica
IER = International Economic Review
JASA = Journal of American Statistical Association
JEL = Journal of Economic Literature
JPE = Journal of Political Economy
KAK = Kansantaloudellinen aikakauskirja
RE&S = Review of Economics and Statistics
RofES = Review of Economic Studies
SEJ = Southern Economic Journal



LIITE LUKUUN 12.3.: Multikollineaarisuudesta

OLS-estimoinnin ja siihen liittyvän testauksen ehtona on selittävien muuttujien keskinäinen riippumattomuus. Multikollineaarisuus on dataan liittyvänä ominaisuutena poikkeamista tästä ortogonaalisuudesta. Sen seurauksena estimoinnin luotettavuus vähenee (estimaattien keskivirheet kasvavat), yhtälöiden spesifioinnin koettelu on epävarmaa ja saatujen estimaattien tulkinta vaikeaa.

Teoreettista perustelua vailla olevana nyrkkisääntönä on, että multikollineaarisuus on siedettävää, mikäli selittävien muuttujien väliset yksinkertaiset korrelaatiot eivät ole yhtälön yhteiskorrelaatiota suurempia, tavanomaisin symbolein: $r_{ij} < R_y$.¹ Säännön mitätöntää jo se seikka, että se hyväksyy lineaarisen riippuvuuden esimerkiksi silloin, kun regressiossa käytetään joukkoa dummy-muuttujia, joiden nollasta poikkeavat elementit kattavat koko ilmiökentän.

Multikollineaarisuuden mittausergelmaan on olemassa ratkaisu,² joskin vähän käytetty. Sen etuna on konsistenttisuus pienimmän neliösumman estimointimenetelmien ja niihin liittyvien

1. L.R. Klein (1962), s. 101. Tietysti parittaiskorrelaatioiden tarkasteluun voi tukeutua silloin, kun nämä ovat korkeita ja multikollineaarisuus voimakasta. Vastaavaan päättelyyn parittaiskorrelaatiot pelkän kollineaarisuuden mittana eivät riitä silloin, kun ne ovat alhaisia. Pienet parittaiskorrelaatiot eivät ole riittävä ehto tyydyttävälle multikollineaarisuudelle. Tässä suhteessa vaillinaisesta päättelystä esimerkkeinä A. Molander (1965), s. 90-91 ja sama (1969), s. 61 ja liite IV sekä E. Heikkonen (1971) s. 91.

2. Ks. D. Farrar - R. Glauber (1967), johon esitys pääasiassa perustuu.

tilastollisten testien selittäviä muuttujia koskevien multinormaalisuusoletusten kanssa.

Muuttujajoukon multikollineaarisuudesta voidaan tällä menetelmällä mitata sen aste, paikantaa sen sijainti sekä tarkastella sen muotoa. Tämän hierarkkisesti etenevän testauksen käyttökelpoisuutta lisää se, että tarvittavat testisuureet saadaan yleensä suoraan regressio-ohjelmien välivaiheista.

Lähtökohtana on lineaarinen yhtälö, jonka muuttujat yksinkertaisuuden vuoksi ovat normaloituja:

$$(12.1) \quad y = Xb + u ,$$

jossa y on N -havaintoinen selitettävän muuttujan vektori, X on n -muuttujainen ja N -havaintoinen selittävien muuttujien matriisi, b on $(n \times 1)$ -ulotteinen kerroinvektori ja u on $(N \times 1)$ -ulotteinen virhetermivektori. Kerroinvektorin b pienimmän neliösumman estimaatti on:

$$(12.2) \quad \hat{b} = (X'X)^{-1}X'y .$$

Multikollineaarisuus sinänsä on selittävien muuttujien havaittuihin arvoihin liittyvä ilmiö, poikkeama perusjoukon muuttujien ortogonaalisuudesta. Se liittyy estimaattiyhtälön (12.2) momenttimatriisiin $(X'X)$. Multikollineaarisuuden vaikutukset riippuvat kulloisestakin yhtälöstä. Estimaattiin \hat{b} vaikuttaa X :n lisäksi riippuvan muuttujan y havaintosarja.

Täydellinen ortogonaalisuus merkitsee, että momenttimatriisin determinantti $|X'X| = 1$. Täydellinen lineaarinen riippuvuus merkitsee, että determinantti $|X'X| = 0$. Determinantin tarkastelu näyttäisi paljastavan multikollineaarisuuden asteen. Ongelmana on, ettei sen jakaumaa ääriarvojensa 0 ja 1 välillä tunneta.

Olettaen perusjoukon muuttujat X multinormaaliksi saadaan momenttimatriisin determinantin transformaatiolla seuraava approksimatiivisesti χ^2 -jakautunut testisuure multikollineaarisuuden asteelle:¹

$$(12.3) \quad \chi^2_{|X'X|}(v) = - (N - 1 - \frac{1}{6}(2n + 5)\ln(1 - |X'X|)) .$$

Testissä käytetään vapausasteina $v = \frac{1}{2} n(n-1)$.

Multinormaalisuusoletuksen pätiessä testin (12.3) todennäköisyystasot toimivat X :n multikollineaarisuuden kardinaalisena mittana. Muutoin pystytään tällä testillä vertailemaan eri selittäjäjoukkojen multikollineaarisuutta ordinaalisesti ja paremmin kuin pelkän determinantin $|X'X|$ avulla. Tämähän ei ota huomioon otoksen kokoa eikä muuttujien määrää.

Merkitään momenttimatriisin inverssin $(X'X)^{-1}$ alkioita symbolilla a_{ij} . Transformaatio

$$(12.4) \quad m = (a_{ii} - 1) \frac{N - n}{n - 1}$$

1. Y. Haitovsky (1969), s. 487.

on osoitettavissa F-jakautuneeksi muuttujaksi vapausastein $N-n$ ja $n-1$. Tämän testin avulla paikannetaan multikollineaarisuuden sijainti. Termi a_{ii} liittyy muuttujaan x_i johon multikollineaarisuus 'keskittyy' testisuureen m ylittäessä kriittisen rajansa. Muuttujien X keskinäiset kokonaiskorrelaatiot saadaan kaavasta:

$$(12.5) \quad R_{x_i} = \sqrt{\frac{a_{ii} - 1}{a_{ii}}}.$$

Jos multinormaalisuusoletus pätee, muuttuja m on eksaktisti F-jakautunut. Sen suuruus on kardinaalinen mitta multikollineaarisuuden vaikutukselle yksittäiseen muuttujaan. Ordinaalisenakin se ottaa huomioon vapausasteet.

Muuttujajoukon multikollineaarisuuden muoto nähdään tarkastelemalla muuttujien välisiä osittaiskorrelaatioita, jotka myös saadaan kätevästi käänteismatriisin $(X'X)^{-1}$ alkioista:

$$(12.6) \quad r_{ij} = \frac{-a_{ij}}{\sqrt{a_{ii}a_{jj}}}.$$

Osittaiskorrelaatioiden poikkeamista ortogonaalisuudesta testataan t-jakautuneella suureella:

$$(12.7) \quad t_{ij}(v) = r_{ij} \sqrt{\frac{N-n}{1-r_{ij}^2}},$$

jonka vapausasteina käytetään $v = N-n$. Multinormaalisuusoletuksen pätiessä/ollessa pätemättä r_{ij} tai t_{ij} osoittaa kar-

dinaalisesti/ordinaalisesti X :ään kuuluvien x_i :n ja x_j :n välisen kollineaarisuuden.

Multikollineaarisuuden mittaamisella ei poisteta sen vaikutuksia. Siihen tarvitaan toisia menetelmiä, joiden käyttöä esitetyt mittausmenetelmät tehokkaasti pystyvät ohjaamaan. Ekonometriassa esitettyjä multikollineaarisuuden vähentämiskeinoja ovat erilaiset muuttujien epälineaariset transformaatiot sekä alkuperäisen spesifikaation särkevä muuttujien poistaminen tai joidenkin muiden lineaaristen rajoitusten asettaminen.

Työn kysyntäyhtälöiden estimoinnissa multikollineaarisuustestejä tyydytään käyttämään ainoastaan suuntaa antavina, parametriestimaattien luotettavuutta osoittavina indikaattoreina. Simultaanisuuden vuoksi teoreettisestikin ilmeistä multikollineaarisuutta ei tämän tutkimuksen välineillä tyydyttävästi pystytä poistamaan.



DATALIITE

Dataliitteen seuraavilla sivuilla olevat taulut D1. - D42. sisältävät tutkimuksen datan siinä muodossa kuin sitä on käytetty työn kysyntäyhtälöiden estimoinnissa. Jos muuttujasta ei ole ollut saatavissa $\frac{1}{4}$ -vuosisarjaa, se on konstruoitu vuosisarjastaan seuraavalla algoritmilla:

$$x = z + \frac{1}{4}B(4y - B'z) ,$$

jossa

$$B = \begin{bmatrix} j & & & 0 \\ & j & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & j \end{bmatrix} \quad \text{ja } j = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} .$$

Algoritmi siirtää apusarjan z $\frac{1}{4}$ -vuosivaihtelun y :n vuositasoihin ja tuloksena on $\frac{1}{4}$ -vuosisarja x . Apusarjan z valinnassa on kiinnitettävä huomiota siihen, että sen vaihtelu mahdollisimman hyvin vastaisi konstruoitavan sarjan x oletettua vaihtelua.

Tutkimuksen yhteydessä ohjelmoitiin tietokoneohjelma, joka edellistä joustavammalla, sarjojen x ja z toisten differenssien erotukset kvadraattisesti minimoivalla algoritmilla konstruoi $\frac{1}{4}$ -vuosisarjan x .¹ Tämän käyttöön siirrytään kokonaismallin datan tarkistuksen yhteydessä, jolloin kuvioliitteen kuvioissa näkyvät jotkin kummallisuudet kadonnevat.

Seuraavassa esitellään järjestyksessä kunkin muuttujan alkuperä. Symboli D_i viittaa aikasarjat esittäviin tauluihin sivuilla 130 - 140. Tilastolähteistä käytetään seuraavia lyhennyksiä.

1. Algoritmista lähemmin F. T. Denton (1971).

teitä: TVT = työvoimatiedustelu, joka julkaistaan Tilastokatsauksissa, KTP = Kansantalouden tilinpito, SS = Suunta ja suhdanne, TK = Tilastokatsaus. Sektorijako ks. s. 56 edellä.

Selitettävät muuttujat

- D1. LE = Työllisyys, työllisten määrä henkilöinä kuukin neljänneksenä keskimäärin. Lähde TVT.
- D3. LH = Koko työpanos, tehtyinä työvuosina mitattuna. Komponentit: yrittäjien työpanos ja ansiotyöpanos (ks. seur.). Yrittäjien työpanos konstruoitu KTP:n vuosisarjasta käyttäen apusarjana TVT:n yrittäjien työpanossarjaa. Periodi 1958 - 1965 konstruoitu, periodi 1966 - 1968 KTP:n työtaulut.
- D4. LHW = Ansiotyöpanos, tehtyinä työvuosina mitattuna. Sektoreiden S1 - A8 ansiotyöpanosten summa. Sektorijako ks. s. 56 edellä.
- D5. LHWO = Ansiotyöpanos ilman maataloutta. Sektoreiden S2 - A8 ansiotyöpanosten summa.
- D6. LHWS1 = Ansiotyöpanos, sektori S1. Periodi 1958 - 1965 on konstruoitu KTP:n tekijöiltä saatujen ohjeiden mukaan KTP:n vuositasosta käyttäen apusarjana KTP:n palkkasumman ja ansiotason suhdetta. Periodi 1966 - 1968 KTP:n työtaulut.
- D7. LHWS2 = Ansiotyöpanos, sektori S2. Ks. LHWS1.
-
- D13. LHWA8 = Ansiotyöpanos, sektori A8. Ks. LHWS1.

Selittävät muuttujat

- D14. Q = Tuotannon volyyymi, vuoden 1959 kiintein hinnoin laskettu tuotantokustannushintainen bruttokansantuote. Lähde SS.
- D15. QS1 = Tuotannon volyyymi, sektori S1. Ks. Q.
-
- D22. QA8 = Tuotannon volyyymi, sektori A8. Ks. Q.
- D23. (W/P) = Reaaliansiotaso. Ansiotasoindeksin ja tuotannon hintaindeksin suhde. Ansiotasoindeksi on laskennallinen ja saadaan KTP:n palkkasumman ja ansiotyöpanoksen suhteesta. Ks. s. 61 edellä. Tuotannon hintaindeksien lähde TK.
- D24. (W/P)S1 = Reaaliansiotaso, sektori S1. Ks. (W/P).
-
- D31. (W/P)A8 = Reaaliansiotaso, sektori A8. Ks. (W/P).
- D2. LUR = Työttömyysaste, työttömien prosenttinen osuus työvoimasta. Lähde TVT.
- D41. T = Trendimuuttuja, lineaarinen trendi.
- D42. IL = Investointimuuttuja, KTP:n kone- ja laiteinvestoinnit, tuotannolliset talonrakennus- sekä maa- ja vesirakennusinvestoinnit vuoden 1959 hintaisina markkoina. Neljännesvuosisarjojen konstruoinnissa käytetty eri indikaattoreita. Neljän termin liukuva keskiarvo.
- D32. DQ = $100 \cdot Q / Q_{-1}$.
- D33. DQS1 = $100 \cdot QS1 / QS1_{-1}$.
-
- D40. DQA8 = $100 \cdot QA8 / QA8_{-1}$.

D1.	LE
-----	----

I	II	III	IV	
			2042.0	1957
2036.7	2010.7	1993.3	2006.0	1958
2021.7	2034.0	2037.0	2051.3	1959
2077.7	2090.7	2109.3	2113.3	1960
2108.0	2112.7	2117.0	2127.3	1961
2137.3	2140.3	2143.0	2143.7	1962
2128.7	2126.0	2129.0	2130.0	1963
2145.7	2152.7	2152.0	2156.7	1964
2168.7	2170.3	2173.0	2167.0	1965
2173.3	2178.7	2180.3	2183.7	1966
2160.3	2154.4	2136.1	2118.7	1967
2100.7	2099.0	2098.0	2104.0	1968

D2.	LUR
-----	-----

I	II	III	IV
2.8	3.1	2.9	3.2
2.6	2.0	2.2	1.7
1.8	1.5	1.3	1.1
1.1	1.4	1.4	1.8
1.5	1.2	1.5	1.5
1.6	1.3	1.6	1.6
1.6	1.5	1.6	1.5
1.1	1.5	1.6	1.5
1.5	1.7	1.6	1.6
2.1	2.4	3.1	3.8
4.4	4.1	4.0	3.5

D3.	LH
-----	----

I	II	III	IV	
			1824.4	1957
1822.1	1768.9	1772.3	1789.5	1958
1803.4	1824.5	1826.5	1822.4	1959
1850.6	1848.9	1869.2	1891.2	1960
1903.5	1953.2	1958.4	1968.9	1961
1941.4	1908.9	1919.6	1926.3	1962
1932.7	1959.2	1961.9	1973.4	1963
1978.2	1949.9	1969.1	1946.7	1964
1954.3	1984.9	1988.9	1995.4	1965
1974.3	1974.2	2005.9	2024.6	1966
1985.6	1984.9	1951.2	1930.9	1967
1945.5	1958.5	1954.7	1960.4	1968

D4.	LHW
-----	-----

I	II	III	IV
1208.7	1173.9	1191.9	1203.9
1197.6	1216.6	1236.8	1253.4
1277.4	1291.5	1299.8	1303.3
1321.1	1340.0	1330.5	1364.8
1368.0	1362.1	1386.9	1385.7
1368.0	1380.9	1383.2	1401.9
1405.5	1400.9	1424.1	1406.7
1409.9	1438.7	1445.6	1452.6
1439.3	1436.2	1468.9	1481.9
1468.1	1471.8	1443.1	1436.4
1453.3	1464.9	1468.1	1480.1

D5. LHW0

I	II	III	IV
1155.6	1126.4	1143.8	1153.0
1150.7	1169.7	1191.0	1204.4
1218.5	1254.4	1255.1	1270.8
1278.6	1293.2	1296.8	1321.5
1328.3	1319.9	1336.1	1343.2
1332.0	1340.1	1351.4	1367.4
1362.8	1362.9	1383.3	1376.1
1373.8	1404.6	1410.6	1420.6
1399.7	1401.8	1441.2	1451.5
1438.5	1441.7	1408.5	1405.7
1417.7	1434.9	1437.9	1452.2

D6. LHWS1

I	II	III	IV
			1957
50.9	50.9	49.2	51.6
46.8	45.6	45.2	48.7
44.7	44.2	44.2	51.0
42.6	41.7	41.8	40.3
44.4	44.0	44.4	40.0
36.7	36.7	36.7	42.2
37.9	37.5	39.1	35.9
36.0	34.0	34.0	37.1
36.4	33.6	34.3	33.6
28.9	29.5	29.6	31.9
33.2	32.4	31.4	31.8
			27.5

D7. LHWS2

I	II	III	IV
			65.3
67.2	65.2	65.9	65.2
65.7	66.3	67.7	68.3
66.9	71.1	71.1	72.6
73.3	73.3	74.7	74.7
79.9	79.9	79.9	79.9
77.9	76.3	77.9	79.5
78.0	78.8	78.8	79.6
79.7	80.5	80.5	81.3
83.0	83.8	83.8	84.6
85.8	85.8	85.8	85.8
85.6	86.5	86.5	87.4

D8. LHWS3

I	II	III	IV
			1957
14.8	14.4	14.5	13.9
14.5	14.7	15.0	14.4
14.8	15.8	15.8	15.1
16.3	16.3	16.7	16.1
17.1	17.1	17.1	16.7
17.5	17.2	17.5	17.1
17.8	18.0	18.0	17.8
18.6	18.8	18.8	18.2
19.6	19.8	19.8	19.0
20.0	20.0	20.0	20.0
19.6	19.8	19.8	20.0

D9. LHWS4

I	II	III	IV	
			154.2	1957
163.7	154.5	162.8	172.6	1958
166.1	168.1	175.1	171.9	1959
175.8	178.0	175.4	171.6	1960
170.5	178.9	164.1	178.1	1961
169.5	164.6	177.7	182.9	1962
180.9	177.1	179.9	173.3	1963
179.1	177.9	185.3	179.6	1964
178.9	193.0	192.1	194.0	1965
176.9	177.2	189.7	206.8	1966
204.8	195.3	184.8	174.1	1967
176.2	190.5	178.7	180.2	1968

D10. LHWS5

I	II	III	IV
517.2	515.2	521.8	520.0
530.9	539.8	543.7	551.9
554.7	563.9	567.9	573.3
579.8	586.9	595.4	602.6
608.4	615.0	618.5	625.2
621.8	638.0	633.9	642.6
646.6	648.9	652.6	653.3
657.0	668.6	675.1	684.9
684.1	685.8	690.3	695.2
692.6	696.4	697.6	700.0
708.2	712.5	716.6	721.9

D11. LHWA6

I	II	III	IV	
			85.9	1957
90.8	84.1	82.8	79.7	1958
74.1	78.3	81.0	85.6	1959
91.0	91.0	89.7	95.4	1960
95.7	94.8	95.9	99.4	1961
103.8	93.7	93.3	88.5	1962
85.8	90.4	93.9	99.1	1963
93.3	87.7	97.0	90.2	1964
86.3	86.8	87.2	80.9	1965
80.2	75.7	98.1	81.8	1966
76.5	85.4	61.5	67.0	1967
72.5	66.4	77.1	79.9	1968

D12. LHWA7

I	II	III	IV
			77.2
81.6	79.2	80.0	79.2
81.4	82.3	83.9	84.8
89.4	95.0	95.0	96.9
96.1	96.1	98.1	98.1
94.9	94.9	94.9	94.9
94.6	92.7	94.6	96.5
95.0	96.0	96.0	97.0
96.1	97.1	97.1	98.1
93.5	94.4	94.4	95.3
92.0	92.0	92.0	92.0
92.2	93.1	93.1	94.0

D13. LHWA8

I	II	III	IV	
			228.6	1957
220.3	213.8	216.0	213.8	1958
218.0	220.2	224.6	226.8	1959
225.9	240.2	240.2	244.9	1960
246.9	246.9	251.9	251.9	1961
254.7	254.7	254.7	254.7	1962
253.5	248.4	253.7	258.6	1963
253.0	255.6	255.6	258.2	1964
257.2	259.8	259.8	262.4	1965
262.4	265.1	265.1	267.8	1966
266.8	266.8	266.8	266.8	1967
263.4	266.1	266.1	268.8	1968

D14. Q

I	II	III	IV
2900.4	2892.2	2890.2	2943.2
2856.1	3057.5	3149.8	3235.2
3278.3	3378.9	3410.3	3448.4
3568.7	3606.7	3636.8	3725.1
3737.8	3742.7	3778.1	3827.5
3815.0	3883.9	3899.8	4042.4
4080.1	4095.4	4174.7	4114.5
4263.1	4382.2	4394.6	4324.0
4339.2	4430.3	4442.9	4553.8
4613.0	4510.6	4562.8	4600.5
4574.7	4723.3	4700.5	4826.6

D15. QS1

I	II	III	IV	
347.2	345.6	335.6	341.7	1958
344.6	346.6	363.4	396.1	1959
353.0	372.1	386.4	378.5	1960
408.1	396.4	389.0	399.6	1961
423.5	379.2	367.6	397.3	1962
376.3	379.8	368.5	410.1	1963
392.5	452.3	414.9	341.4	1964
377.9	382.6	398.3	376.6	1965
397.0	394.1	392.2	394.1	1966
388.7	366.3	387.1	401.2	1967
390.6	391.3	393.2	387.7	1968

D16. QS2

I	II	III	IV
155.9	157.0	159.1	163.4
162.8	164.0	168.9	168.4
176.8	181.5	183.1	188.0
191.1	193.1	199.6	202.9
202.6	209.3	207.9	213.8
206.6	218.2	221.7	225.1
224.7	217.7	224.0	227.2
236.3	241.3	239.1	234.1
248.4	250.7	250.4	251.3
258.9	256.0	262.3	272.2
265.2	276.6	272.7	274.2

D17. QS3

I	II	III	IV	
138.9	141.5	143.0	138.1	1958
139.6	138.3	136.3	151.7	1959
151.2	157.2	155.3	161.5	1960
161.7	175.0	181.0	181.9	1961
195.6	185.9	196.3	194.7	1962
218.5	217.3	222.7	229.3	1963
214.6	222.3	226.0	232.8	1964
234.2	237.0	252.1	235.9	1965
257.5	261.8	265.3	271.6	1966
268.0	279.1	275.7	277.5	1967
277.0	275.8	280.2	291.2	1968

D18. QS4

I	II	III	IV	
287.5	274.1	283.8	294.2	
295.1	287.3	309.2	299.2	
307.2	318.5	316.2	306.7	
323.4	342.4	313.5	343.6	
314.7	318.3	343.2	352.4	
347.9	348.6	384.2	343.9	
363.1	342.5	359.9	350.5	
352.6	398.0	394.3	395.0	
374.2	389.5	386.4	410.0	
449.7	407.4	386.6	372.9	
371.9	416.2	379.6	373.8	

D19. QS5

I	II	III	IV	
1177.0	1188.3	1204.9	1231.8	1958
1261.3	1279.3	1294.6	1317.7	1959
1359.3	1368.0	1406.7	1403.2	1960
1425.0	1450.6	1475.8	1507.2	1961
1507.6	1545.3	1569.5	1578.2	1962
1569.9	1626.4	1624.9	1655.3	1963
1689.1	1673.4	1716.8	1735.3	1964
1788.2	1803.8	1806.0	1825.5	1965
1841.1	1850.3	1867.1	1883.5	1966
1911.9	1907.3	1928.3	1955.1	1967
1919.8	1974.1	1988.3	2014.7	1968

D20. QA6

I	II	III	IV	
262.6	263.5	242.1	228.5	
241.0	248.3	264.9	272.6	
281.6	301.1	277.8	300.8	
312.1	294.8	309.8	313.3	
302.4	283.2	292.4	272.2	
286.6	281.2	287.1	322.9	
329.2	306.5	314.2	309.9	
333.0	349.6	327.0	293.1	
260.3	291.2	284.8	305.2	
293.4	296.3	293.8	275.6	
280.8	301.5	291.5	334.3	

D21. QA7

I	II	III	IV	
180.9	179.5	183.3	186.5	1958
183.0	197.2	204.1	220.0	1959
228.4	242.2	241.3	244.1	1960
258.8	257.0	271.8	264.4	1961
266.3	264.9	267.2	273.4	1962
273.4	285.5	285.0	309.8	1963
307.0	306.7	320.7	331.9	1964
338.0	348.1	348.2	334.3	1965
333.9	345.5	343.3	352.3	1966
354.2	335.8	337.7	340.3	1967
350.3	358.6	365.5	384.1	1968

D22. QA8

I	II	III	IV
398.1	391.3	387.5	406.5
420.2	444.0	455.2	461.6
472.8	492.3	496.9	521.1
544.1	557.5	558.5	574.7
592.3	620.5	601.5	612.4
610.9	601.6	618.2	624.8
633.6	650.4	675.9	665.5
683.4	703.2	716.2	710.6
715.3	737.2	744.6	779.1
780.3	758.3	786.0	801.1
811.2	824.0	825.8	866.7

D23. (W/P)

I	II	III	IV	
95.2	98.0	96.8	97.5	1958
99.5	100.4	100.4	99.6	1959
101.5	101.6	102.7	103.3	1960
105.3	106.1	108.2	109.6	1961
109.9	111.2	111.4	112.9	1962
113.6	115.9	118.2	118.4	1963
120.9	122.1	122.5	125.2	1964
127.1	125.9	126.6	127.6	1965
127.7	131.1	132.8	135.4	1966
137.3	136.8	139.5	137.7	1967
136.6	139.8	140.7	141.8	1968

D24. (W/P)S1

I	II	III	IV
98.4	94.9	93.8	97.6
101.5	103.1	100.9	94.9
94.4	95.4	97.2	98.9
101.6	103.1	103.7	106.1
98.2	99.7	101.0	104.2
106.7	111.8	114.2	111.8
121.4	123.3	117.2	127.5
131.6	124.4	129.9	138.5
131.7	142.0	144.4	149.9
144.1	147.7	143.9	147.7
140.7	144.5	141.7	147.3

D25. (W/P)S2

I	II	III	IV	
97.3	97.3	98.1	98.3	1958
98.3	101.1	99.7	100.9	1959
104.0	100.8	101.8	101.7	1960
104.2	107.1	108.2	110.2	1961
106.3	107.4	109.4	108.2	1962
114.3	118.6	117.0	117.0	1963
122.0	122.7	121.9	122.5	1964
124.2	122.6	121.3	120.2	1965
119.9	121.6	123.3	124.5	1966
126.7	126.8	127.7	125.7	1967
126.3	123.7	130.0	129.2	1968

D26. (W/P)S3

I	II	III	IV	
102.7	103.6	110.5	112.5	
112.5	96.2	94.1	99.0	
105.5	102.3	105.8	106.5	
108.0	106.3	109.5	110.4	
108.4	116.0	117.8	124.8	
125.3	136.2	143.7	137.3	
150.1	152.8	155.4	160.9	
157.1	155.3	162.2	161.0	
151.8	159.2	166.1	165.0	
166.3	173.2	177.6	177.1	
185.8	187.2	192.5	193.4	

D27. (W/P)S4

I	II	III	IV	
99.4	96.3	95.7	99.1	1958
101.4	99.3	99.1	100.2	1959
102.6	103.3	102.2	104.9	1960
108.7	110.0	109.6	110.1	1961
111.0	113.7	110.4	112.5	1962
112.7	115.2	115.7	118.0	1963
121.9	121.3	119.2	123.7	1964
123.9	124.4	124.9	125.4	1965
133.4	130.4	130.2	134.2	1966
137.7	139.3	133.5	131.8	1967
131.7	132.4	134.1	133.0	1968

D28. (W/P)S5

I	II	III	IV	
95.9	99.0	97.3	97.7	
99.6	100.2	100.5	99.7	
102.9	101.7	103.2	102.0	
103.4	102.9	104.4	106.1	
105.7	105.6	105.5	105.8	
106.9	107.7	110.3	110.3	
110.4	112.3	115.1	118.2	
119.0	118.4	117.6	116.9	
119.0	119.3	121.2	121.1	
124.7	123.2	124.7	125.8	
124.0	127.0	127.4	128.8	

D29. (W/P)A6

I	II	III	IV	
89.1	94.2	95.1	95.1	1958
99.5	101.7	100.7	98.2	1959
98.8	96.0	96.4	95.3	1960
97.9	98.5	101.2	103.3	1961
100.1	108.4	106.9	107.6	1962
115.6	110.2	110.5	108.3	1963
117.5	119.2	120.6	110.9	1964
122.5	116.0	120.7	126.5	1965
118.9	145.6	124.7	140.9	1966
148.4	149.4	161.9	170.3	1967
152.8	195.3	146.4	169.1	1968

D30. (W/P)A7

I	II	III	
95.3	98.2	95.3	95.7
97.4	100.0	100.7	101.9
103.1	99.2	100.9	102.1
105.2	107.1	108.1	112.3
115.6	117.2	121.4	122.6
120.9	128.2	126.3	128.7
130.7	132.2	133.0	132.1
136.1	137.2	139.3	141.1
143.7	146.3	149.2	155.2
157.2	161.9	167.0	154.1
156.8	156.7	188.7	162.7

D31. (W/P)A8

I	II	III	IV	
92.0	95.6	94.4	97.2	1958
98.9	100.0	100.2	101.8	1959
106.9	104.1	106.6	107.3	1960
111.4	113.2	113.2	116.4	1961
117.5	119.3	120.6	120.6	1962
117.9	124.6	124.4	126.2	1963
127.3	129.9	131.2	131.6	1964
136.9	138.2	139.4	139.7	1965
140.2	142.9	147.2	149.5	1966
149.8	152.1	155.5	149.3	1967
148.1	148.1	154.8	157.5	1968

D32. DQ

I	II	III	IV
101.0	99.7	99.9	101.8
97.0	107.1	103.0	102.7
101.3	103.1	100.9	101.1
103.5	101.1	100.8	102.4
100.3	100.1	100.9	101.3
99.7	101.8	100.4	103.7
100.9	100.4	101.9	98.6
103.6	102.8	100.3	98.4
100.4	102.1	100.3	102.5
101.3	97.8	101.2	100.8
99.4	103.2	99.5	102.7

D33. DQS1

I	II	III	IV	
102.7	99.6	97.1	101.8	1958
100.8	100.6	104.8	109.0	1959
89.1	105.4	103.8	98.0	1960
107.8	97.1	98.1	102.7	1961
106.0	89.5	96.9	108.1	1962
94.7	100.9	97.0	111.3	1963
95.7	115.2	91.7	82.3	1964
110.7	101.2	104.1	94.6	1965
105.4	99.3	99.5	100.5	1966
98.6	94.2	105.7	103.6	1967
97.4	100.2	100.5	98.6	1968

D34. DQS2

I	II	III	IV
102.8	100.7	101.3	102.7
99.6	100.7	103.0	99.7
105.0	102.7	100.9	102.7
101.6	101.0	103.4	101.7
99.9	103.3	99.3	102.8
96.6	105.6	101.6	101.5
99.8	96.9	102.9	101.4
104.0	102.1	99.1	97.9
106.1	100.9	99.9	100.4
103.0	98.9	102.5	103.8
97.4	104.3	98.6	100.6

D35. DQS3

I	II	III	IV	
98.8	101.9	101.1	96.5	1958
101.1	99.1	98.6	111.3	1959
99.6	104.0	98.7	104.0	1960
100.1	108.3	103.4	100.5	1961
107.5	95.0	105.6	99.2	1962
112.2	99.4	102.5	102.9	1963
93.6	103.5	101.6	103.0	1964
100.6	101.2	106.4	93.5	1965
109.2	101.7	101.3	102.4	1966
98.7	104.2	98.8	100.6	1967
99.8	99.6	101.6	103.9	1968

D36. DQS4

I	II	III	IV
104.9	95.3	103.5	103.7
100.3	97.4	107.6	96.8
102.7	103.7	99.3	97.0
105.4	105.9	91.6	109.6
91.6	101.1	107.8	102.7
98.7	100.2	99.9	98.8
105.6	94.3	105.1	97.4
100.6	112.9	99.1	100.2
94.7	104.1	99.2	106.1
109.7	90.6	94.9	96.5
99.7	111.9	91.2	98.5

D37. DQS5

I	II	III	IV	
99.3	101.0	101.4	102.2	1958
102.4	101.4	101.2	101.8	1959
103.2	100.6	102.8	99.8	1960
101.6	101.8	101.7	102.1	1961
100.0	102.5	101.6	100.6	1962
99.5	103.6	99.9	101.9	1963
102.0	99.1	102.6	101.1	1964
103.0	100.9	100.1	101.1	1965
100.9	100.5	100.9	100.9	1966
101.5	99.8	101.1	101.4	1967
98.2	102.8	100.7	101.3	1968

D38. DQA6

I	II	III	IV	
109.4	100.3	91.9	94.4	
105.5	103.0	106.7	102.9	
103.3	106.9	92.3	108.3	
103.8	94.5	105.1	101.1	
96.5	93.7	103.2	93.1	
105.3	98.1	102.1	112.5	
102.0	93.1	102.5	98.6	
107.5	105.0	93.5	89.6	
88.8	111.9	97.8	107.2	
96.1	101.0	99.2	97.2	
101.9	107.4	96.7	114.7	

D39. DQA7

I	II	III	IV	
100.8	99.2	102.1	101.7	1958
98.1	107.8	103.5	107.8	1959
103.8	106.0	99.6	101.2	1960
106.0	99.3	105.8	97.3	1961
100.7	99.5	100.9	102.3	1962
100.0	104.4	99.8	108.7	1963
99.1	99.9	104.6	103.5	1964
101.8	103.0	100.0	96.0	1965
99.9	103.5	99.4	102.6	1966
100.5	94.8	100.6	100.8	1967
102.9	102.4	101.9	105.1	1968

D40. DQA8

I	II	III	IV	
96.4	98.3	99.0	104.9	
103.4	105.7	102.5	101.4	
102.4	104.1	100.9	104.9	
104.4	102.5	100.2	102.9	
103.1	104.8	96.9	101.8	
99.8	98.5	102.8	101.1	
101.4	102.7	103.9	98.5	
102.7	102.9	101.8	99.2	
100.7	103.1	101.0	104.6	
100.2	97.2	103.7	101.9	
101.3	101.6	100.2	105.0	

D41. I

I	II	III	IV	
1.	2.	3.	4.	1958
5.	6.	7.	8.	1959
9.	10.	11.	12.	1960
13.	14.	15.	16.	1961
17.	18.	19.	20.	1962
21.	22.	23.	24.	1963
25.	26.	27.	28.	1964
29.	30.	31.	32.	1965
33.	34.	35.	36.	1966
37.	38.	39.	40.	1967
41.	42.	43.	44.	1968

D42. II

I	II	III	IV
547.4	552.4	558.4	562.5
575.8	587.7	604.5	634.1
662.0	695.2	742.3	767.0
772.8	794.3	799.1	832.2
858.7	859.3	866.5	851.6
842.0	821.5	799.1	788.7
793.9	800.0	811.2	824.0
836.2	866.9	897.5	926.7
949.9	966.6	969.3	966.8
968.8	967.4	967.0	924.6
907.3	884.3	871.6	890.5

ESTIMAATTILIITE

TAULU E1. Koko kansantalouden työn kysyntä, yhtälö (8.9)¹

$$\lg L = a_{10} + a_{11} \lg Q + a_{12} \lg(W/P) + a_{13} \lg LUR + u_1$$

L	\hat{a}_{10}	\hat{a}_{11}	\hat{a}_{12}	\hat{a}_{13}	\bar{R}	DW
LE	2.895	.097 (2.6)	.045 (1.0)	-.037 (10.)	.9679	1.10
LH	2.494	.257 (3.7)	-.060 (.7)	-.026 (3.9)	.9471	1.05
LHW	1.502	.513 (9.6)	-.099 (1.5)	-.015 (2.8)	.9918	1.70

TAULU E2. Koko kansantalouden työn kysyntä, yhtälö (8.10)

$$\lg L = a_{20} + a_{21} \lg Q + a_{22} \lg(W/P) + a_{23} \lg LUR + a_{24} \lg L_{-1} + u_2$$

L	\hat{a}_{20}	\hat{a}_{21}	\hat{a}_{22}	\hat{a}_{23}	\hat{a}_{24}	\bar{R}	DW
LE	1.178	.046 (1.9)	.004 (.1)	-.018 (5.4)	.595 (8.2)	.9880	1.69
LH	1.090	.161 (2.8)	-.089 (1.3)	-.012 (1.9)	.549 (5.1)	.9675	1.84
LHW	.905	.388 (6.7)	-.146 (2.4)	-.006 (1.2)	.364 (3.6)	.9937	2.32

TAULU E3. Koko kansantalouden työn kysyntä, yhtälö (8.11)

$$\lg L = a_{30} + a_{31} \lg Q + a_{32} \lg(W/P) + a_{33} \lg LUR + a_{34} \lg L_{-1} + a_{35} \lg(Q/Q_{-1}) + u_3$$

L	\hat{a}_{30}	\hat{a}_{31}	\hat{a}_{32}	\hat{a}_{33}	\hat{a}_{34}	\hat{a}_{35}	\bar{R}	DW
LE	1.345	.055 (2.1)	-.002 (.1)	-.019 (5.5)	.561 (6.9)	-.037 (1.0)	.9880	1.64
LH	1.054	.159 (2.5)	-.087 (1.2)	-.012 (1.9)	.554 (4.7)	.012 (.1)	.9667	1.86
LHW	1.394	.460 (6.1)	-.160 (2.6)	-.008 (1.6)	.226 (1.7)	-.141 (1.5)	.9939	2.04

1. \bar{R} on vapausasteilla korjattu kokonaiskorrelaatio, DW on Durbin-Watson-autokorrelaatiotesti, suluissa olevat luvut parametriestimaattien alla ovat näiden t-lukujen itseisarvoja.

TAULU E4. Koko kansantalouden työn kysyntä, yhtälö (8.12.1)

$$\lg L = \hat{a}_{40} + \hat{a}_{41} \lg Q' + \hat{a}_{42} \lg(W/P) + \hat{a}_{43} \lg LUR + \hat{a}_{44} \lg L_{-1} + \hat{u}_4$$

$$\lg Q' = \beta \lg Q + (1-\beta) \lg Q'_{-1}$$

L	\hat{a}_{40}	\hat{a}_{41}	\hat{a}_{42}	\hat{a}_{43}	\hat{a}_{44}	$\hat{\beta}$	\bar{R}	DW
LE	1.170	.054 (2.7)	-.006 (.3)	-.017 (6.6)	.595 (9.8)	.8	.9924	1.66
IH	1.077	.156 (2.5)	-.085 (1.1)	-.012 (1.9)	.556 (4.9)	.9	.9648	1.84
IHW	1.03	.427 (7.0)	-.149 (2.4)	-.007 (1.5)	.282 (2.7)	.9	.9938	2.17

TAULU E5. Koko kansantalouden työn kysyntä, yhtälö (8.13)

$$\lg L = a_{50} + a_{51} \lg Q + a_{52} \lg(W/P) + a_{53} \lg LUR + a_{54} \lg L_{-1} + a_{55} T + u_5$$

L	\hat{a}_{50}	\hat{a}_{51}	\hat{a}_{52}	\hat{a}_{53}	\hat{a}_{54}	\hat{a}_{55}	\bar{R}	DW
LE	1.155	.053 (1.4)	.015 (.3)	-.017 (5.0)	.589 (7.5)	-.00008 (.2)	.9877	1.69
IH	1.114	.155 (1.5)	-.098 (.7)	-.012 (1.7)	.555 (4.2)	.00007 (.1)	.9667	1.84
IHW	1.085	.359 (4.5)	-.189 (1.9)	-.008 (1.2)	.366 (3.6)	.0003 (.5)	.9936	2.27

TAULU E6. Koko kansantalouden työn kysyntä, yhtälö (8.14.1)

$$\lg L = \hat{a}_{60} + \hat{a}_{61} \lg Q + \hat{a}_{62} \lg(W/P) + \hat{a}_{63} \lg LUR + \hat{a}_{64} \lg L_{-1} + \hat{a}_{69} \lg IL' + \hat{u}_6$$

$$\lg IL' = g \lg IL + (1-g) \lg IL'_{-1}$$

L	\hat{a}_{60}	\hat{a}_{61}	\hat{a}_{62}	\hat{a}_{63}	\hat{a}_{64}	\hat{a}_{69}	\hat{g}	\bar{R}	DW
LE	1.027	.052 (2.4)	.013 (.5)	-.016 (5.2)	.644 (8.4)	-.018 (.8)	.9	.9919	1.71
IH	1.181	.149 (2.2)	-.099 (1.3)	-.011 (1.8)	.521 (4.2)	.023 (.6)	.8	.9652	1.80
IHW	1.582	.390 (7.2)	-.129 (2.3)	-.011 (2.2)	.026 (.2)	.118 (3.0)	.8	.9947	2.11

TAUTU E7. Sektoreiden työn kysyntä, yhtälö (8.9)

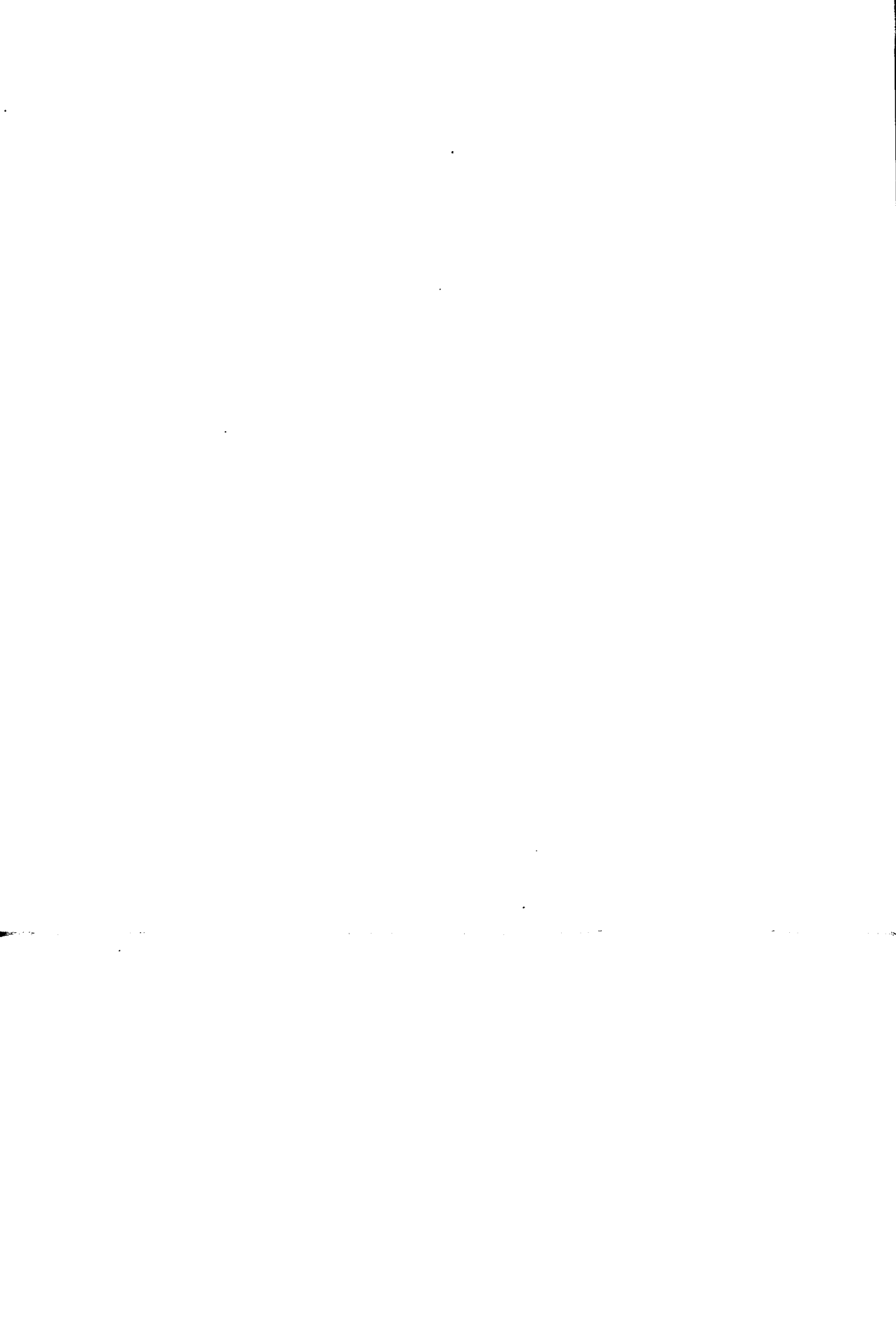
$\lg L_i = a_{10} + a_{11} \lg Q + a_{12} \lg(W/P) + a_{13} \lg LUR + u_i$						
L	\hat{a}_{10}	\hat{a}_{11}	\hat{a}_{12}	\hat{a}_{13}	\bar{R}	DW
LHWS1	4.040	-.202 (1.2)	-.940 (14.0)	.028 (1.0)	.9302	1.08
LHWS2	.888	.657 (11.0)	-.256 (2.4)	-.017 (2.2)	.9787	1.22
LHWS3	.227	.464 (11.7)	-.026 (.5)	-.014 (1.5)	.9867	1.14
LHWS4	1.449	.128 (2.3)	.234 (2.8)	-.020 (1.2)	.7522	1.36
LHWS5	.874	.809 (25.7)	-.330 (5.5)	.010 (3.2)	.9985	1.76
LHWA6	1.392	.579 (4.2)	-.420 (6.1)	-.060 (1.7)	.8499	1.72
LHWA7	1.530	.441 (7.2)	-.301 (4.0)	-.042 (2.9)	.9313	1.11
LHWA8	1.608	.452 (8.5)	-.220 (2.9)	-.032 (5.9)	.9842	1.18

TAULU E8. Sektoreiden työn kysyntä, yhtälö (8.10)

$\lg L = a_{20} + a_{21} \lg Q + a_{22} \lg(W/P) + a_{23} \lg LUR + a_{24} \lg L_{-1} + u_2$							
L	\hat{a}_{20}	\hat{a}_{21}	\hat{a}_{22}	\hat{a}_{23}	\hat{a}_{24}	\bar{R}	DW
LHWS1	1.013	.167 (1.0)	-.414 (3.0)	.027 (1.1)	.620 (4.2)	.9513	1.89
LHWS2	.506	.356 (5.0)	-.250 (3.0)	-.011 (1.9)	.567 (5.5)	.9876	2.39
LHWS3	.122	.226 (3.9)	-.033 (.9)	-.009 (1.8)	.549 (4.9)	.9915	1.97
LHWS4	.992	.140 (2.7)	.070 (.7)	-.008 (.5)	.338 (2.3)	.7793	1.81
LHWS5	.520	.483 (7.7)	-.238 (5.0)	.006 (2.4)	.435 (5.6)	.9991	2.60
LHWA6	1.374	.574 (3.8)	-.417 (5.2)	-.059 (1.5)	.012 (.1)	.8458	1.75
LHWA7	.514	.228 (4.0)	-.204 (3.5)	-.005 (.4)	.586 (6.0)	.9641	2.18
LHWA8	.993	.307 (5.6)	-.177 (2.8)	-.022 (4.5)	.387 (4.4)	.9892	2.12

TAULU E9. Sektoreiden työn kysyntä, yhtälö (8.11)

$\lg L = a_{30} + a_{31} \lg Q + a_{32} \lg(W/P) + a_{33} \lg LUR + a_{34} \lg L_{-1} + a_{35} \lg(Q/Q_{-1}) + u_3$								
L	\hat{a}_{30}	\hat{a}_{31}	\hat{a}_{32}	\hat{a}_{33}	\hat{a}_{34}	\hat{a}_{35}	\bar{R}	DW
LHWS1	.975 (.3)	.055 (2.9)	-.404 (2.9)	.020 (.8)	.607 (4.1)	.165 (1.1)	.9516	1.83
LHWS2	1.080	.431 (5.6)	-.304 (3.6)	-.014 (2.4)	.476 (4.4)	-.232 (2.1)	.9886	1.99
LHWS3	.266	.268 (3.5)	-.053 (1.2)	-.008 (1.2)	.487 (3.8)	-.065 (.8)	.9915	1.89
LHWS4	-.590	.074 (2.0)	.029 (.4)	.002 (.2)	.664 (5.8)	.549 (6.6)	.9009	2.17
LHWS5	.829	.548 (7.4)	-.251 (5.3)	.006 (2.5)	.342 (3.6)	-.116 (1.6)	.9992	2.38
LHWA6	1.540	.623 (3.7)	-.432 (5.2)	-.053 (1.3)	-.003 (.02)	-.112 (.7)	.8433	1.67
LHWA7	.784	.240 (3.7)	-.214 (3.3)	-.005 (.4)	.570 (5.3)	-.037 (.4)	.9632	2.12
LHWA8	1.164	.328 (5.0)	-.190 (2.8)	-.023 (4.4)	.347 (3.1)	-.053 (.6)	.9890	1.98



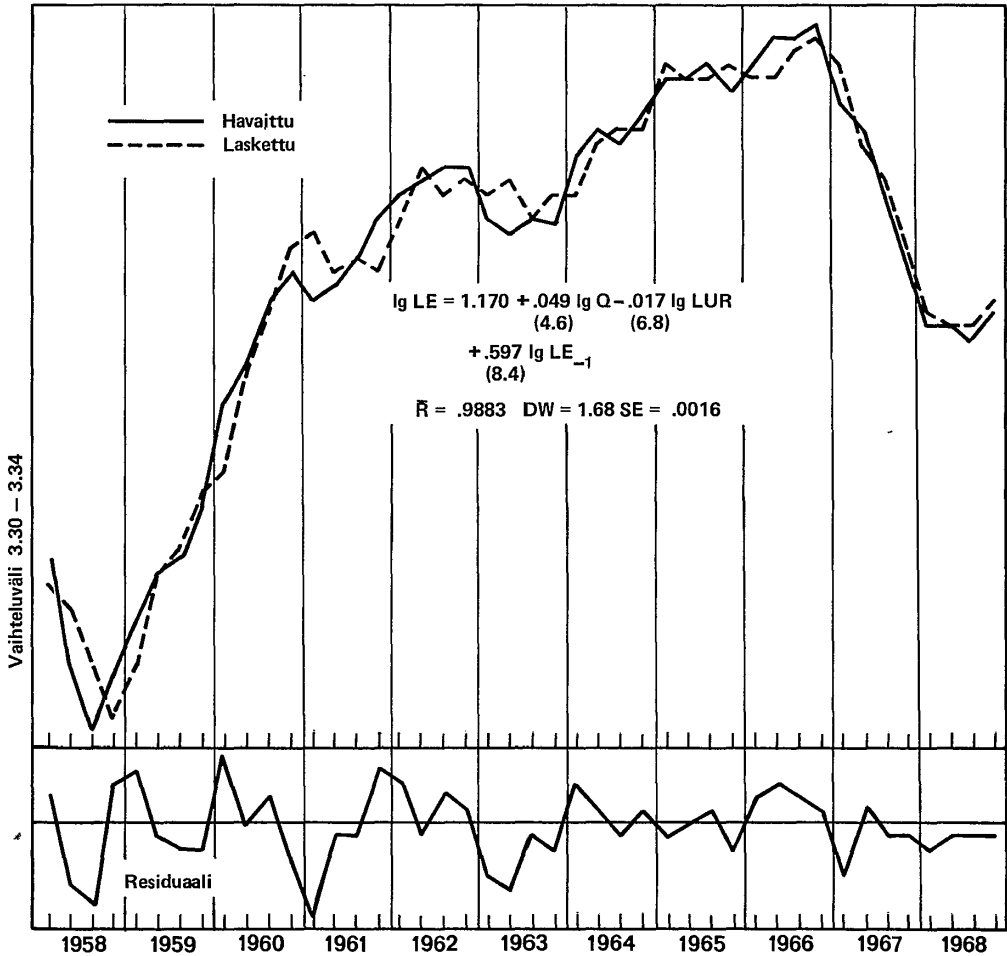
KUVIOLIITE

- estimaattikuviot G1 - G11
- simulointikuviot G12 - G24



Kuvio G1

TYÖLLISYYS LE, KOKO KANSANTALOUS



Multikollineaarisuustestit:

Determinantti = .103

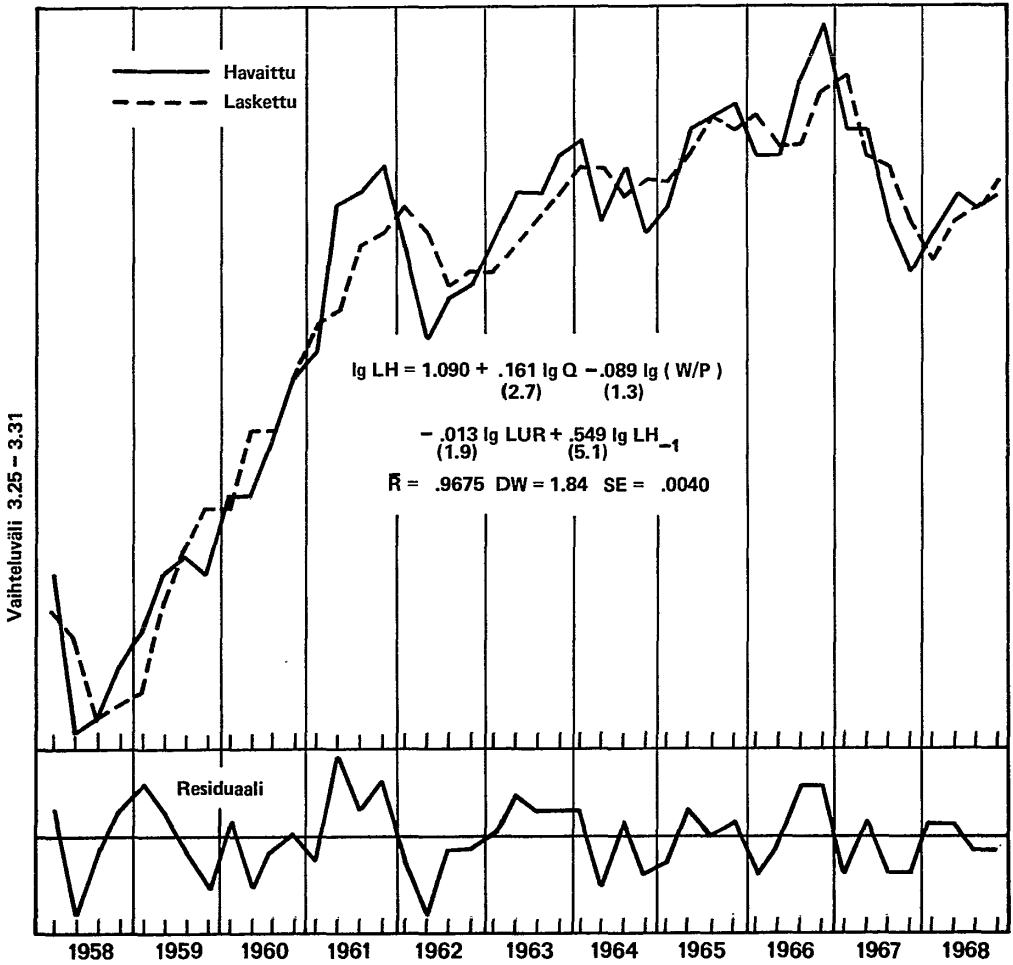
(12.3) $\chi^2 = 4.462$, vapausasteita 3

	lg Q	lg LUR	lg LE ₋₁
(12.5) R_{xi}	.9378	.8100	.9470

(12.4) m 306.53 80.11 365.00(12.6) r_{ij} .772(12.7) t_{ij} 7.79 lg LUR r_{ij} .938 -.809 t_{ij} 17.25 -8.81 lg LE₋₁

1. \bar{R} on vapausasteilla korjattu kokonaiskorrelaatio, DW on Durbin-Watson-testi, SE on estimaatin keskivirhe, suluisissa olevat luvut parametriestimaattien alla ovat näiden t-lukujen itseisarvoja, multikollineaarisuustestit (12.3) - (12.7) ks. s. 121 - 125.

TYÖPANOS LH, KOKO KANSANTALOUS



Multikollineaarisuustestit:

Determinantti = .003

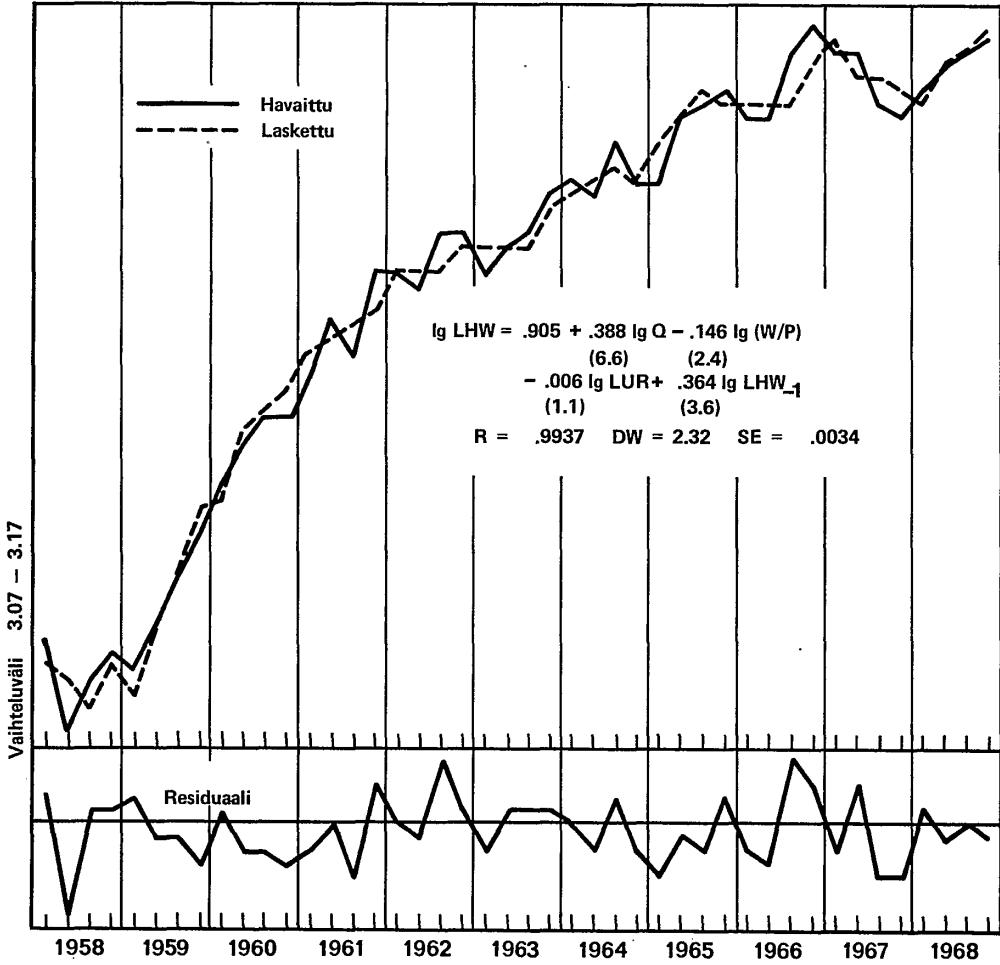
$$\chi^2 = .121$$

Vapausasteita 6

	lg Q	lg (W/P)	lg LUR	lg LH ₋₁	
R _{xi}	.9884	.9878	.8035	.9375	
m	867.52	822.13	37.34	148.84	
r _{ij.}	.904				
t _{ij.}	13.34				lg (W/P)
r _{ij.}	-.437	.680			
t _{ij.}	-3.07	5.86			lg LUR
r _{ij.}	.324	.083	-.482		
t _{ij.}	2.17	.53	-3.48		lg LH ₋₁

Kuvio G 3

ANSIOTYÖPANOS LHW, KOKO KANSANTALOUS



Multikollineaarisuustestit:

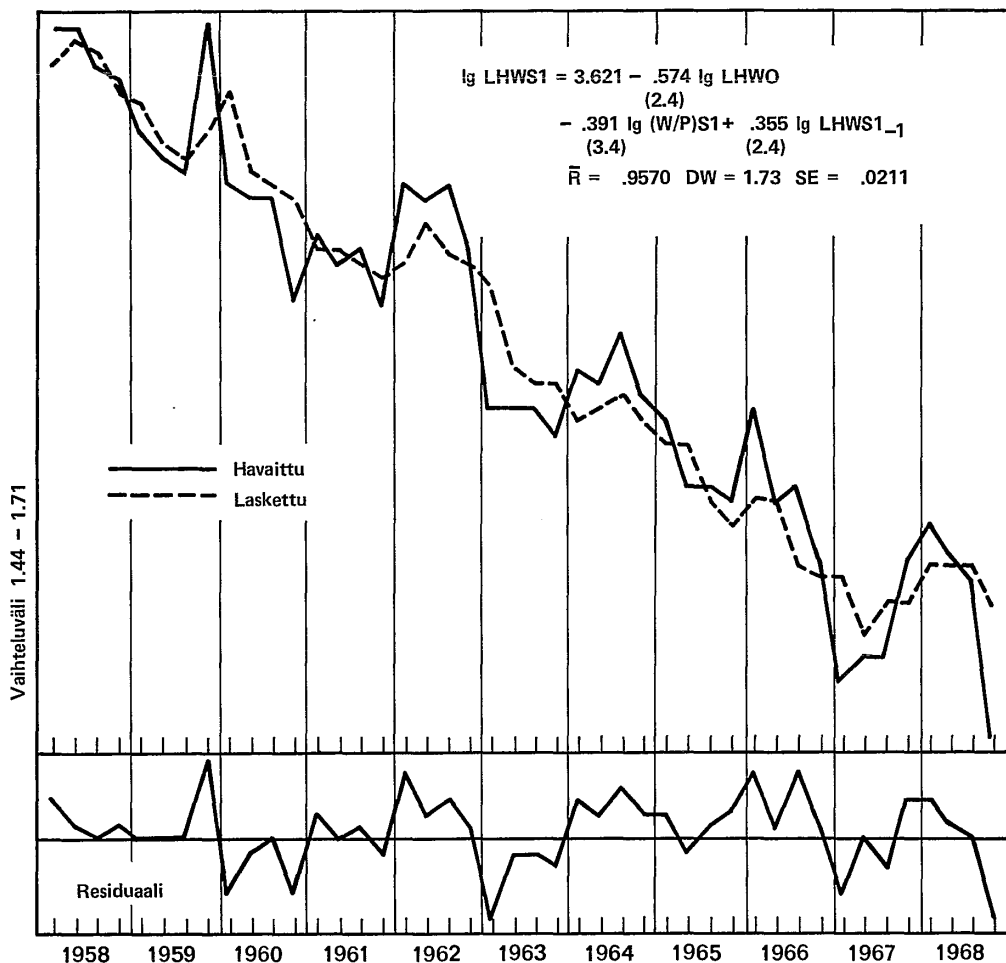
Determinantti = .001

$\chi^2 = .027$

Vapausasteita 6

	$\lg Q$	$\lg (W/P)$	$\lg LUR$	LHW_{-1}	
R_{xi}	.9916	.9882	.7999	.9862	
m_{xi}	1211.40	856.53	36.43	727.40	
r_{ij}	.647				
t_{ij}	5.36				$\lg (W/P)$
r_{ij}	-.228	.732			
t_{ij}	-1.48	6.80			$\lg LUR$
r_{ij}	.596	.214	-.469		
t_{ij}	4.69	1.39	-3.35		$\lg LHW_{-1}$

ANSIOTYÖPANOS LHWS1, MAATALOUS



Multikollineaarisuustestit:

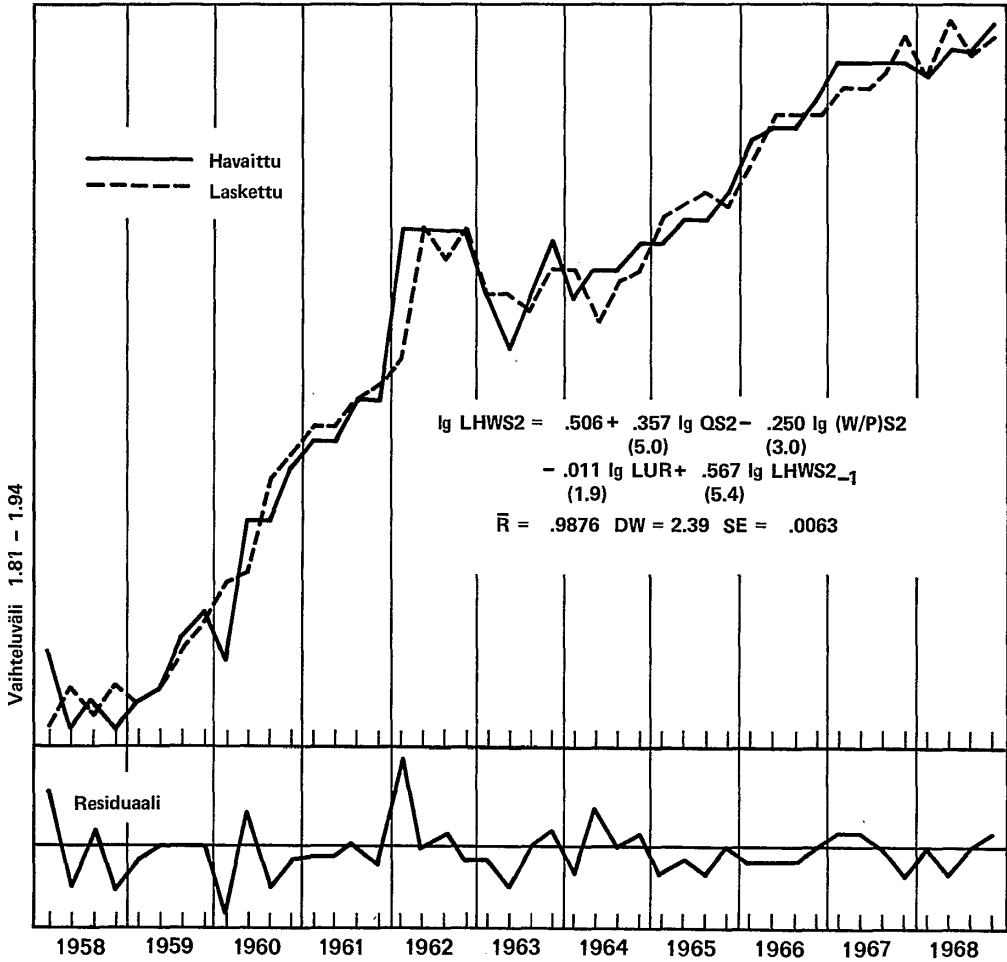
Determinantti = .504

$\chi^2 = 28.884$

Vapausasteita 3

	$\lg LHWO$	$\lg (W/P)S1$	$\lg LHWS1_{-1}$	
R_{xi}	.9101	.9220	.9508	
m	202.59	238.06	395.78	
r_{ij}	.100			$\lg (W/P)S1$
t_{ij}	.65			
r_{ij}	-.606	-.669		$\lg LHWS1_{-1}$
t_{ij}	-4.87	-5.76		

ANSIOTYÖPANOS LHWS2, MUU KILPAILEMATON TAVARATUOTANTO



Multikollineaarisuustestit:

Determinantti = .004

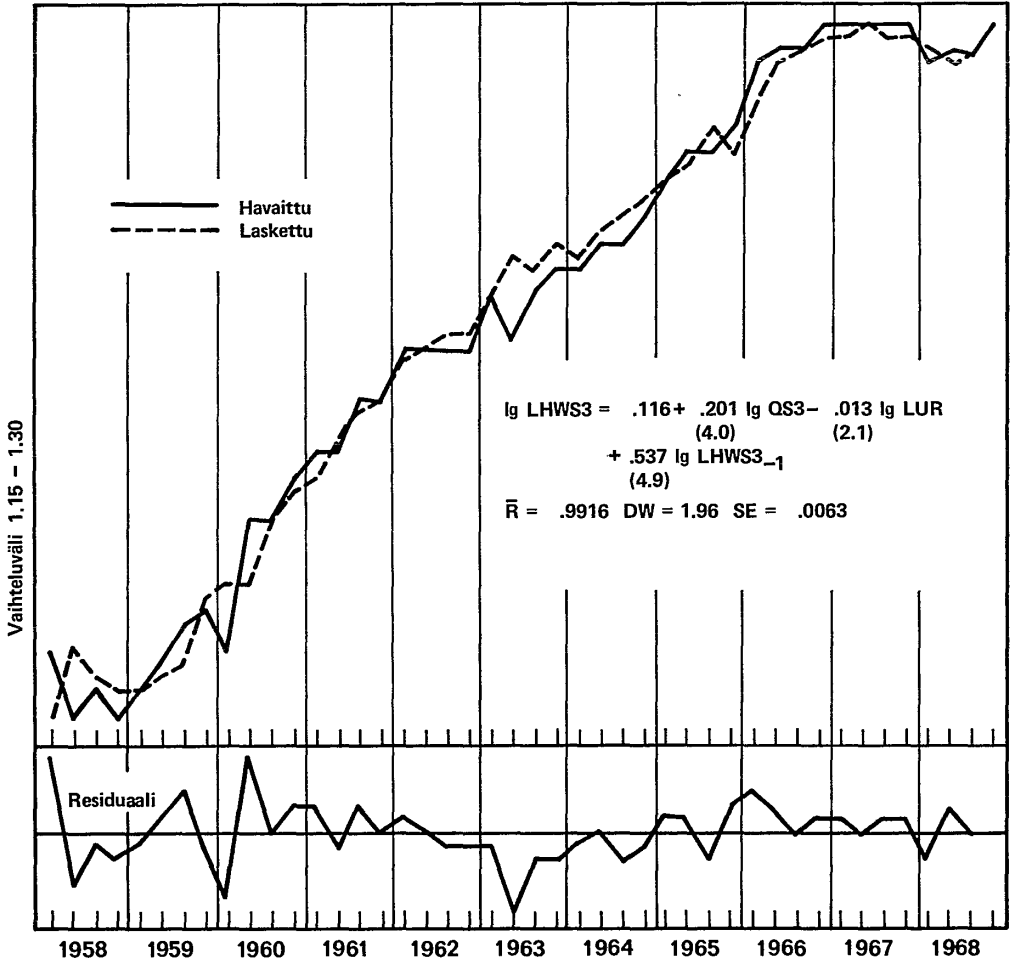
$\chi^2 = .159$

Vapausasteita 6

	lg QS2	lg (W/P)S2	lg LUR	lg LHWS2 ₋₁
R_{xi}	.9843	.9608	.2273	.9739
m	636.72	246.09	1.12	377.11
r_{ij}	.623			
t_{ij}	5.04			lg (W/P)S2
r_{ij}	.176	-.033	-.170	
t_{ij}	1.13	-.21	-1.09	lg LUR
r_{ij}	.770	-.014		
t_{ij}	7.63	-.09		lg LHWS2 ₋₁

Kuvio G 6

ANSIOTYÖPANOS LHWS3, SÄHKÖ-, KAASU- JA VESIJOHTOLAITOKSET



Multikollineaarisuustestit:

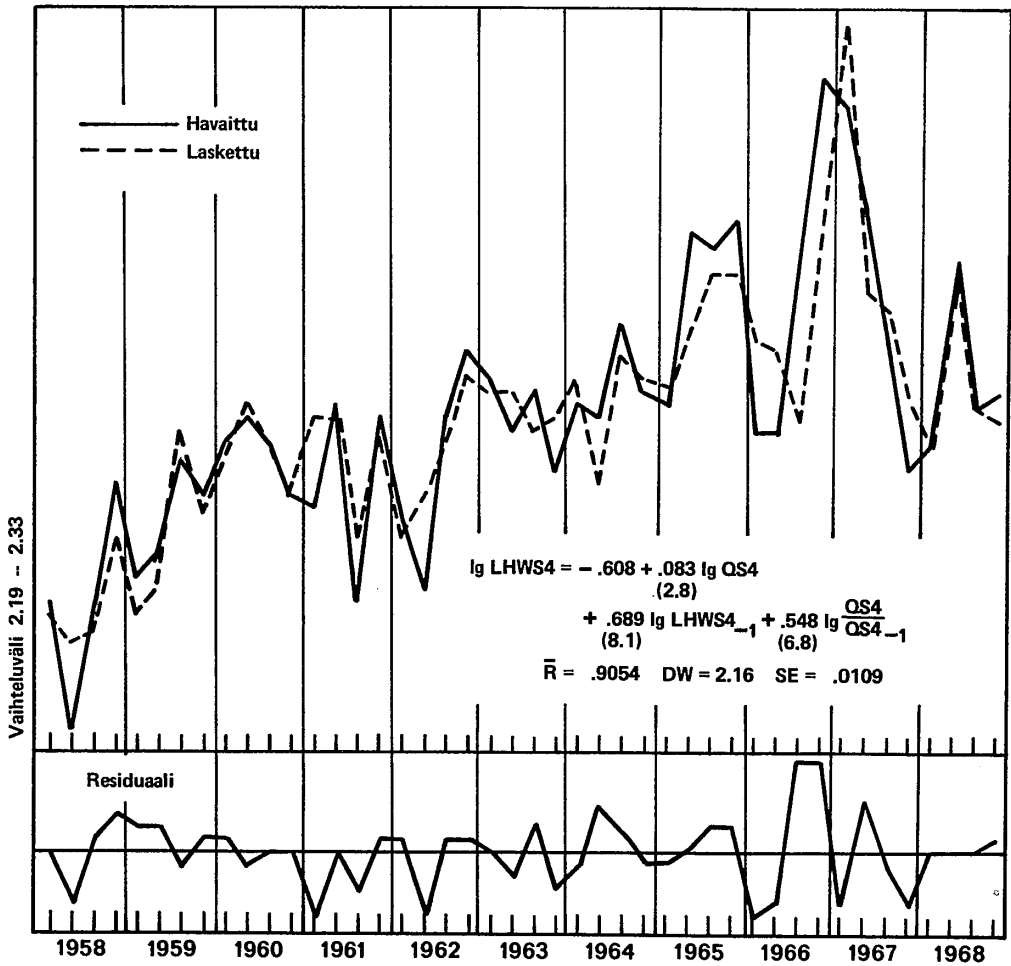
Determinantti = .030

$$\chi^2 = 1.241$$

Vapausasteita 3

	lg QS3	lg LUR	lg LHWS3 ₋₁	
$r_{m^{xi}}$	.9848	.2059	.9847	
	1348.88	1.86	1338.33	
$r_{t_{ij.}}$	.161			lg LUR
$t_{ij.}$	1.04			
$r_{t_{ij.}}$	.984	-.136		lg LHWS3 ₋₁
$t_{ij.}$	35.83	-.88		

ANSIOTYÖPANOS LHWS4, RAKENNUSTOIMINTA



Multikollinearisuustestit:

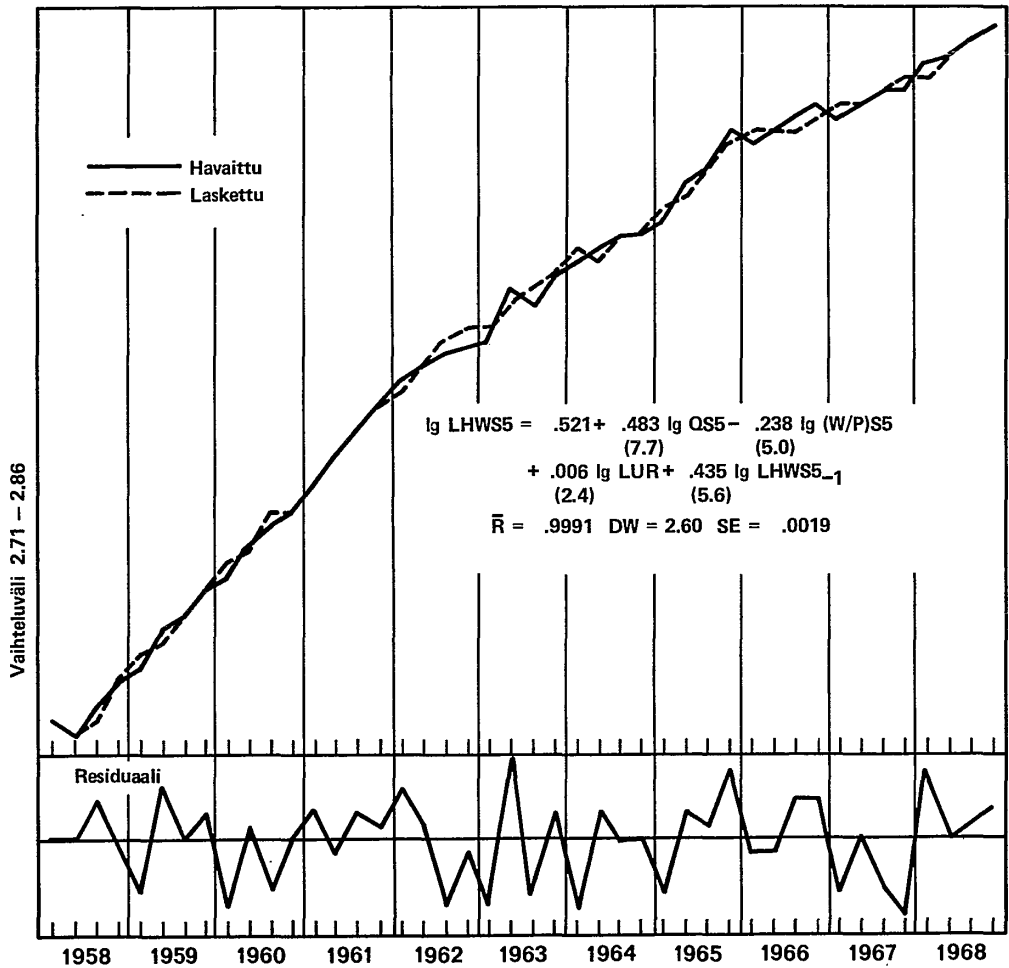
Determinentti = .504

 $\chi^2 = 28.844$

Vapausasteita 3

	$\lg QS4$	$\lg LHWS4_{-1}$	$\lg (QS4/QS4_{-1})$
R_{xi}	.6572	.7000	.5008
m	31.92	40.34	14.06
r_{ij}	.652		
t_{ij}	5.50		$\lg LHWS4_{-1}$
r_{ij}	.394	-.491	
t_{ij}	2.74	-3.61	$\lg (QS4/QS4_{-1})$

ANSIOTYÖPANOS LHWS5, PALVELUKSET



Multikollineaarisuustestit:

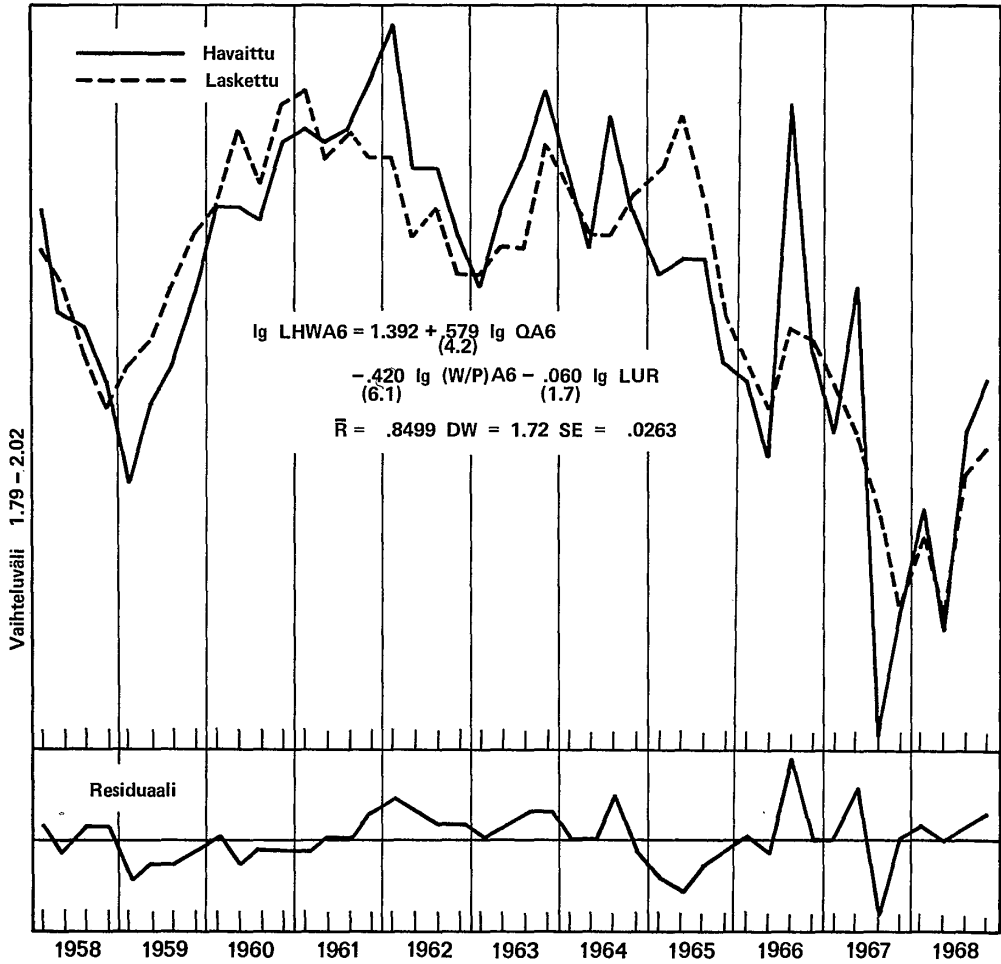
Determinantti = .000

 $\chi^2 = .007$

Vapausasteita 6

	$\lg QS5$	$\lg (W/P)S5$	$\lg LUR$	$\lg LHWS5_{-1}$
$R_{m \times 1}$	.9979	.9980	.7363	.9967
	4943.29	836.42	24.37	3110.27
r_{1j}	.666			$\lg (W/P)S5$
t_{1j}	5.64			
r_{1j}	-.514	.731		$\lg LUR$
t_{1j}	-3.79	6.77		
r_{1j}	.926	-.340	.290	$\lg LHWS5_{-1}$
t_{1j}	15.47	-2.29	1.91	

ANSIOTYÖPANOS LHWA6, KILPAILEVA RAAKA-AINETUOTANTO



Multikollinearisuustestit:

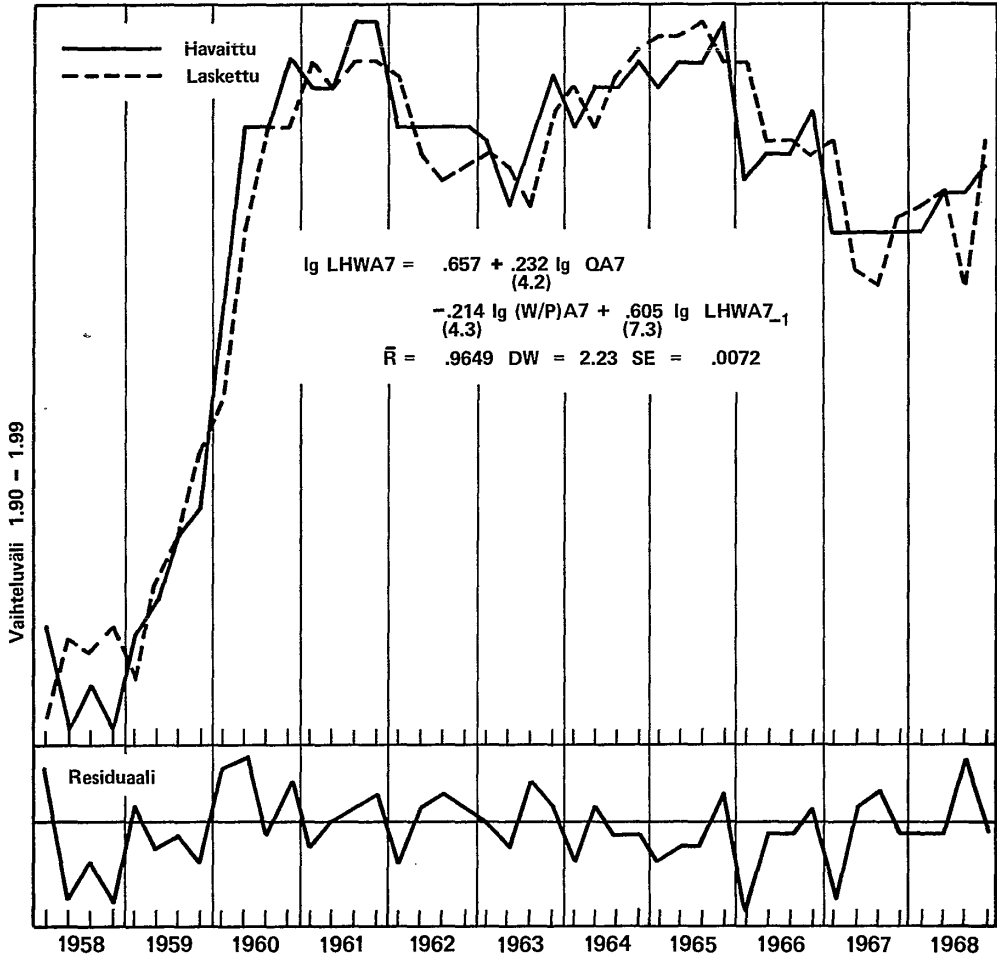
Determinantti = .421

$$\chi^2 = 22.478$$

Vapausasteita 3

	$\lg QA6$	$\lg (W/P)A6$	$\lg LUR$
R_{xi}	.6724	.7182	.7283
m_{xi}	34.66	44.75	47.45
$r_{ij.}$	.608		
$t_{ij.}$	4.90		$\lg (W/P)A6$
$r_{ij.}$	-.623	.678	
$t_{ij.}$	-5.10	5.91	$\lg LUR$

ANSIOTYÖPANOS LHWA7, KILPAILEVA PUOLIVALMISTEIDEN TUOTANTO



Multikollineaarisuustestit:

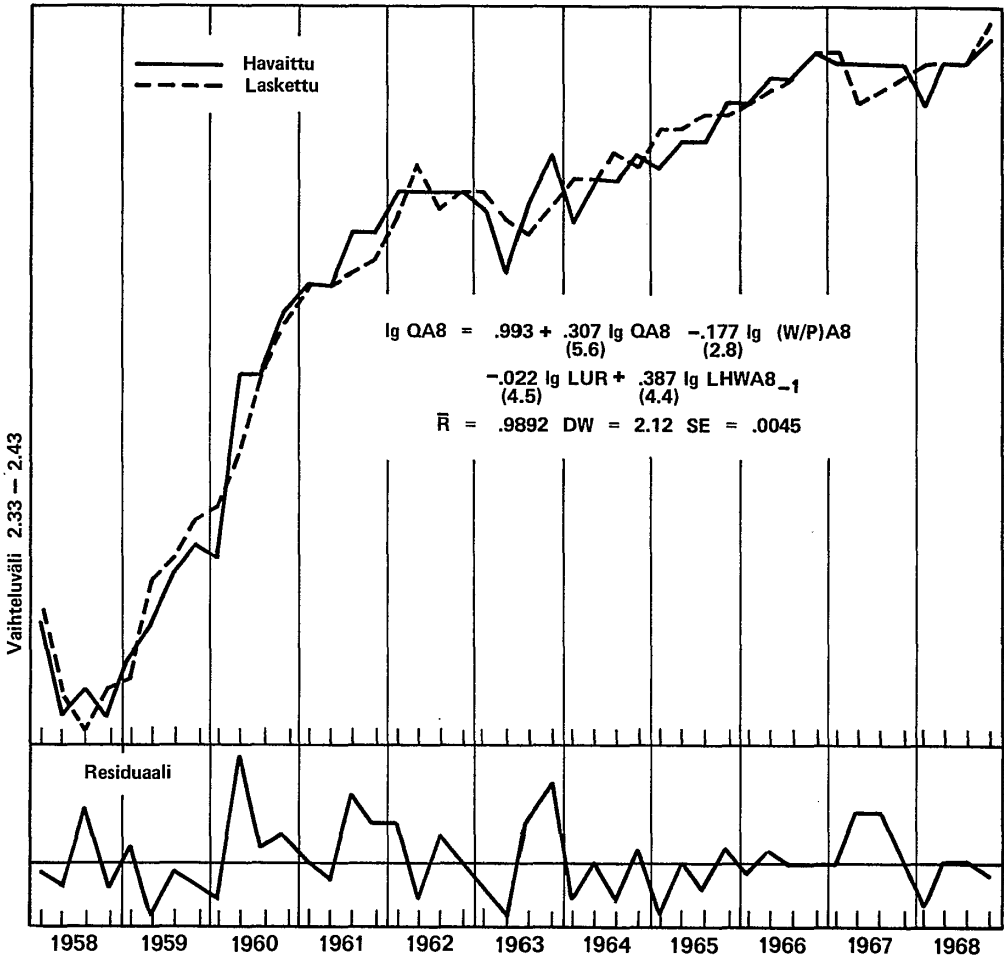
Determinantti = .029

$$\chi^2 = 1.200$$

Vapausasteita 3

	$\lg QA7$	$\lg (W/P)A7$	$\lg LHWA7_{-1}$
R_{xi}	.9792	.9632	.8949
m_{xi}	980.14	539.67	168.94
$r_{ij.}$	.947		
$t_{ij.}$	18.87		$\lg (W/P)A7$
$r_{ij.}$	.846	-.707	
$t_{ij.}$	10.15	-6.40	$\lg LHWA7_{-1}$

ANSIOTYÖPANOS LHWA8, MUU KILPAILEVA TUOTANTO



Multikollineaarisuustestit:

Determinantti = .002

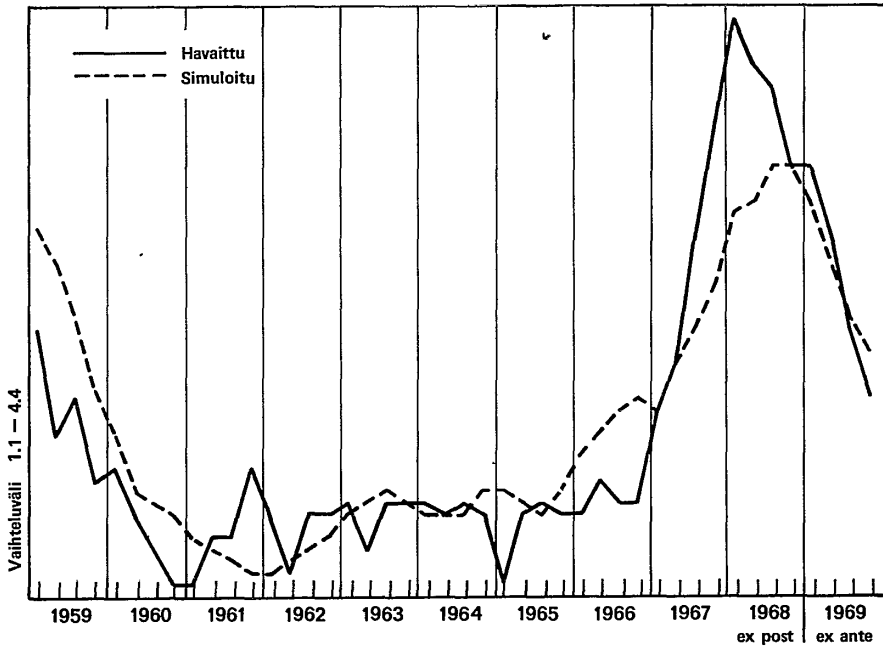
$\chi^2 = .063$

Vapausasteita 6

	lg QA8	lg (W/P)A8	lg LUR	lg LHWA8 ₋₁	
$R_{m \ x_i}$	.9921	.9883	.5477	.9668	
	1289.43	857.28	8.78	293.71	
$r_{i,j}$	.874				
$t_{i,j}$	11.39				lg (W/P)A8
$r_{i,j}$	.017	.250			
$t_{i,j}$	.11	1.63			lg LUR
$r_{i,j}$	.595	-.151	-.438		
$t_{i,j}$	4.69	-.96	-3.08		lg LHWA8 ₋₁

Kuvio G 12

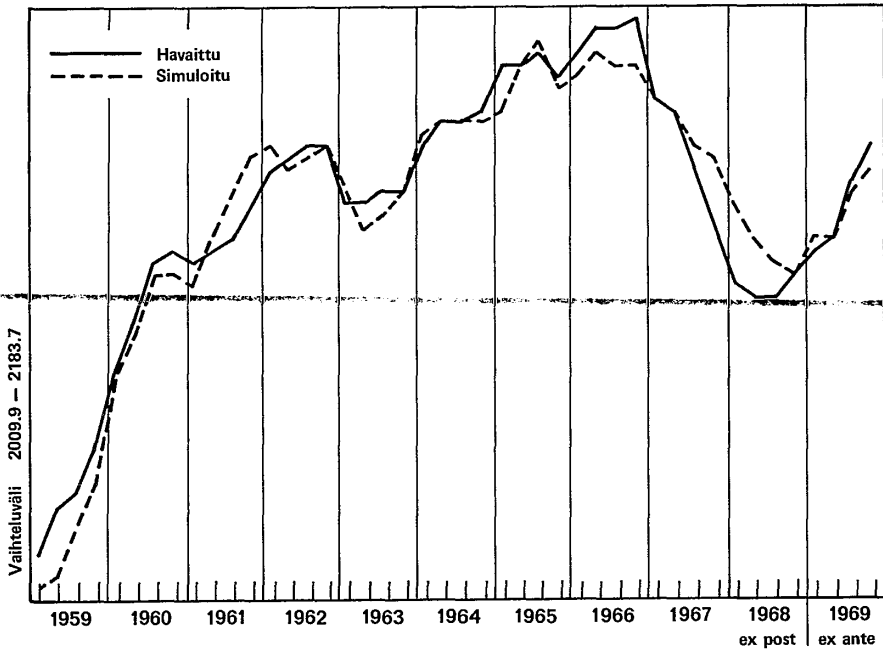
TYÖTTÖMYYSASTE LUR, YHTÄLÖ (16.1)



Kuvio G 13

TYÖLLISYYS LE, YHTÄLÖ (16.2)

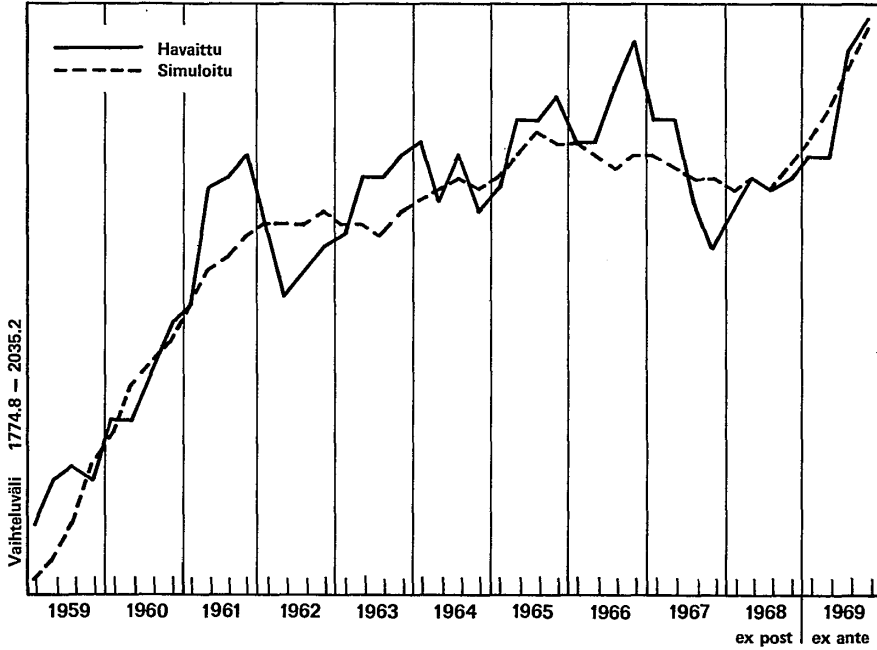
Vrt. kuvio G 1



Kuvio G 14

TYÖPANOS LH, YHTÄLÖ (15.2)

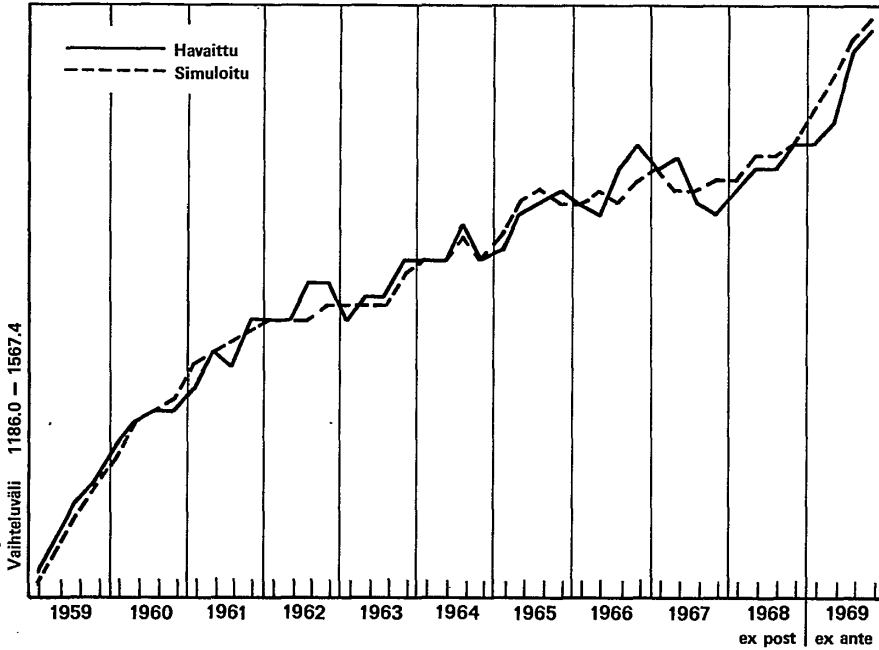
Vrt. kuvio G 2



Kuvio G 15

ANSIOTYÖPANOS LHW, YHTÄLÖ (15.3)

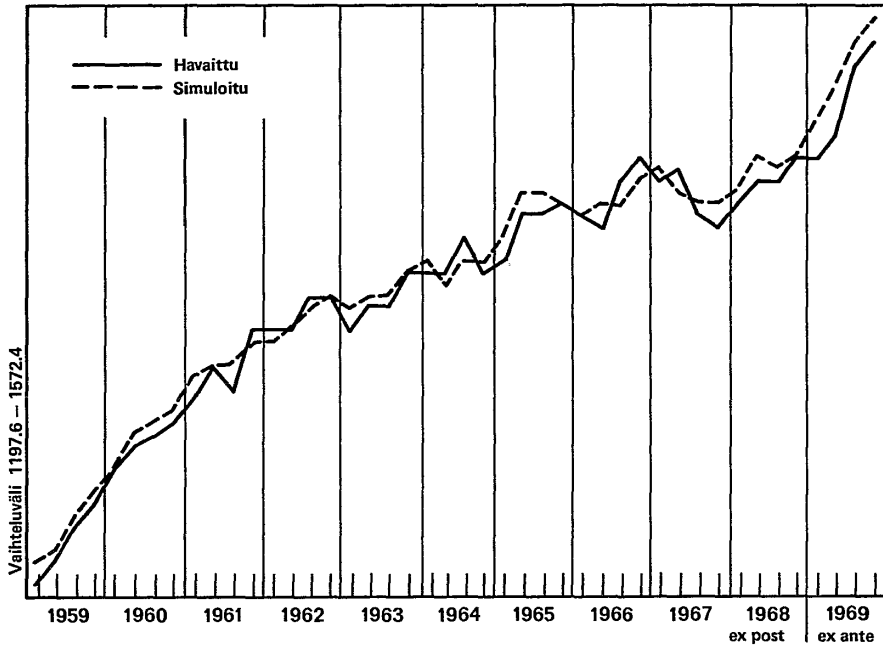
Vrt. kuvio G 3



Kuvio G 16

ANSIOTYÖPANOS LHW, YHTÄLÖ (15.3.1.)

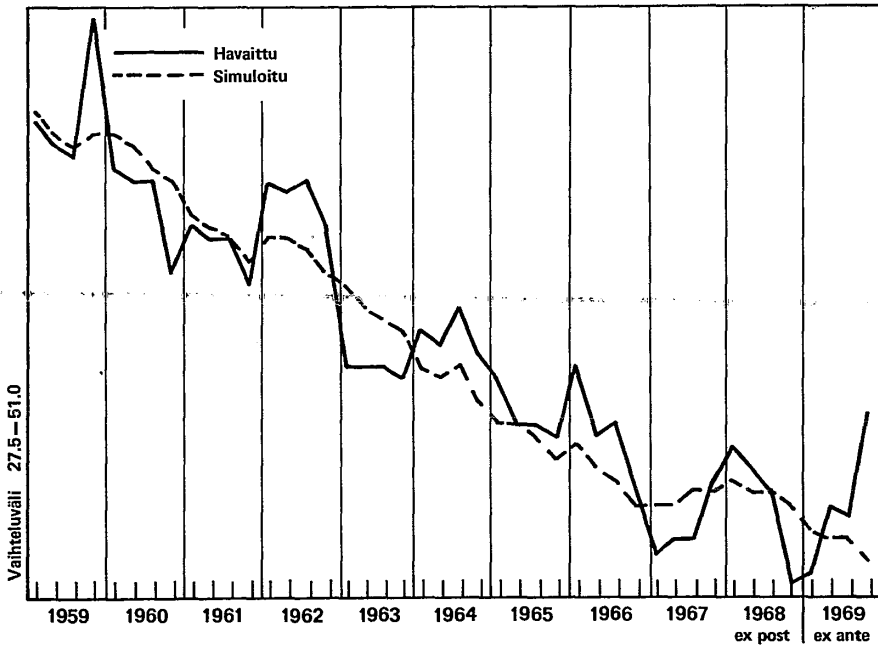
Vrt. kuvio G 3



Kuvio G 17

ANSIOTYÖPANOS LHWS1, YHTÄLÖ (15.4)

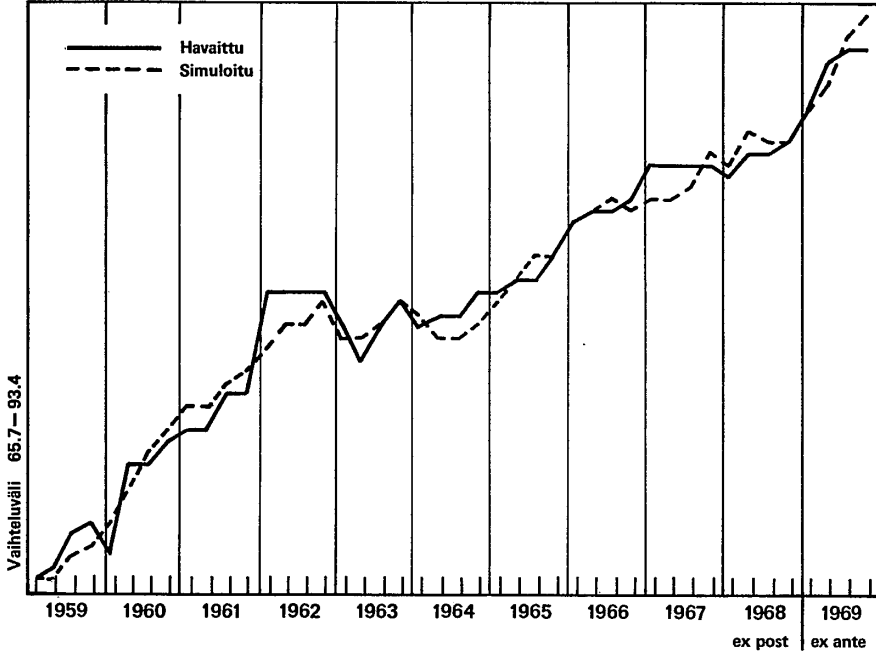
Vrt. kuvio G 4



Kuvio G 18

ANSIOTYÖPANOS LHWS2, YHTÄLÖ (15.5)

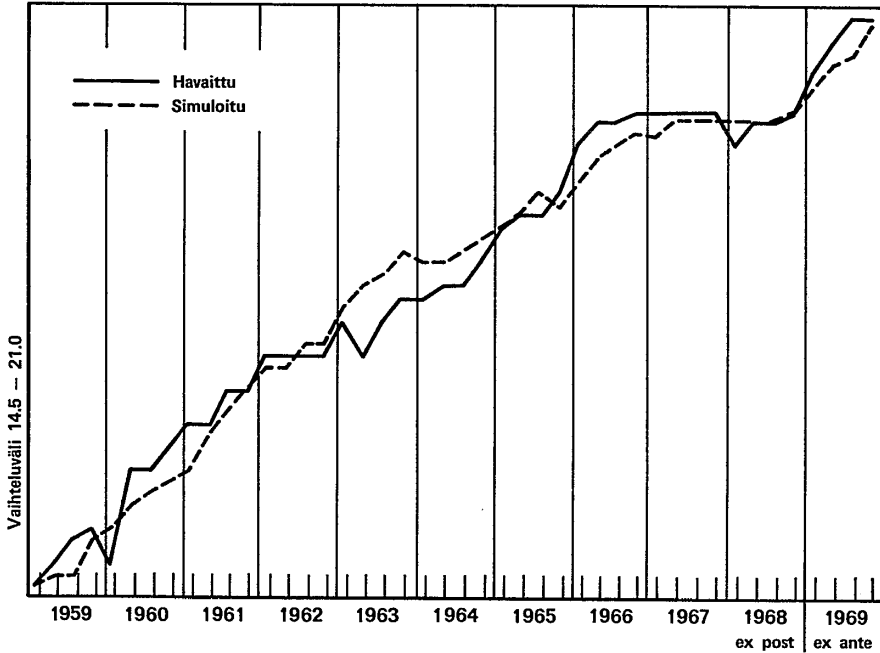
Vrt. kuvio G 5



Kuvio G 19

ANSIOTYÖPANOS LHWS3, YHTÄLÖ (15.6)

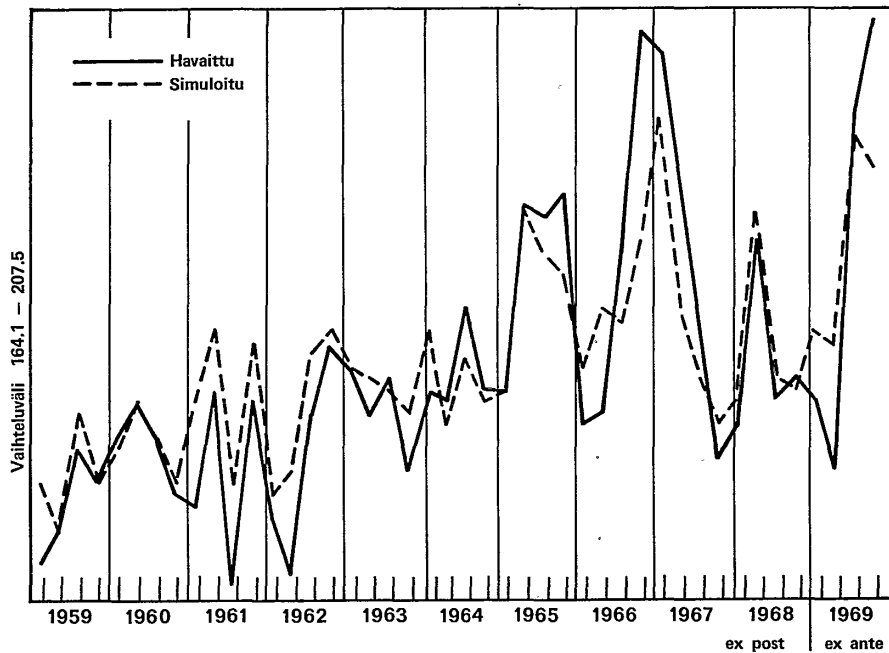
Vrt. kuvio G 6



Kuvio G 20

ANSIOTYÖPANOS LHWS4, YHTÄLÖ (15.7)

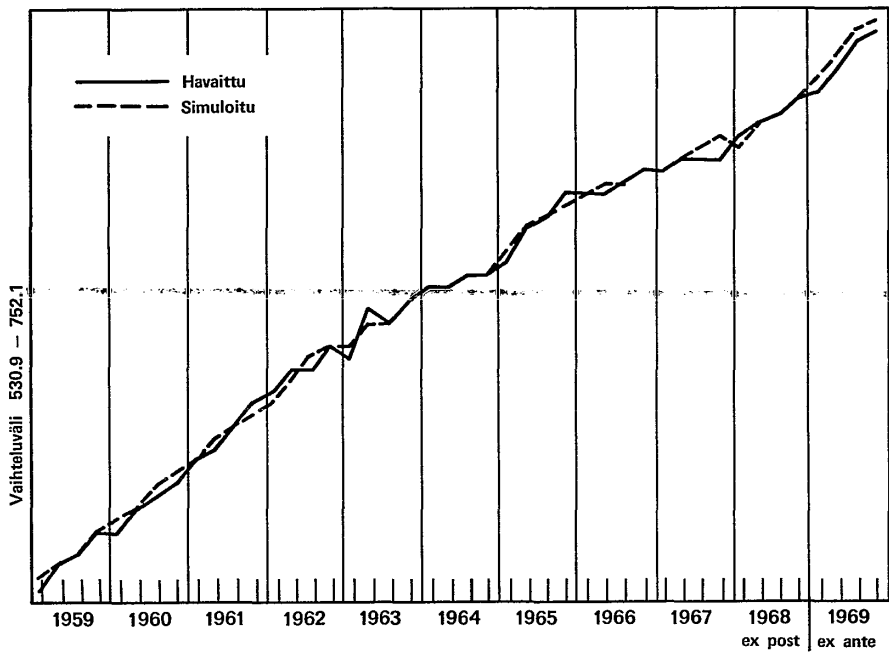
Vrt. kuvio G 7



Kuvio G 21

ANSIOTYÖPANOS LHWS5, YHTÄLÖ (15.8)

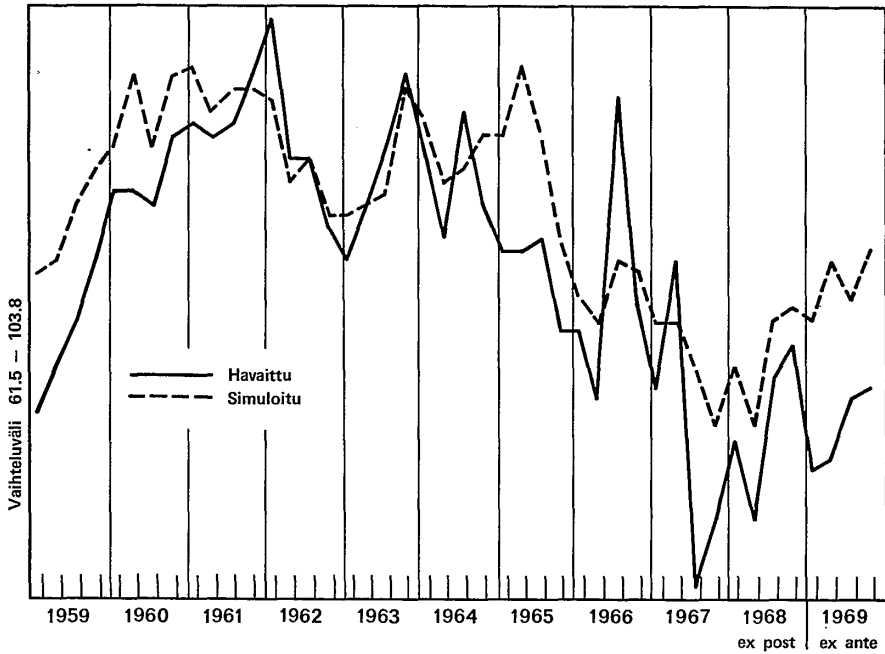
Vrt. kuvio G 8



Kuvio G 22

ANSIOTYÖPANOS LHWA6, YHTÄLÖ (15.9)

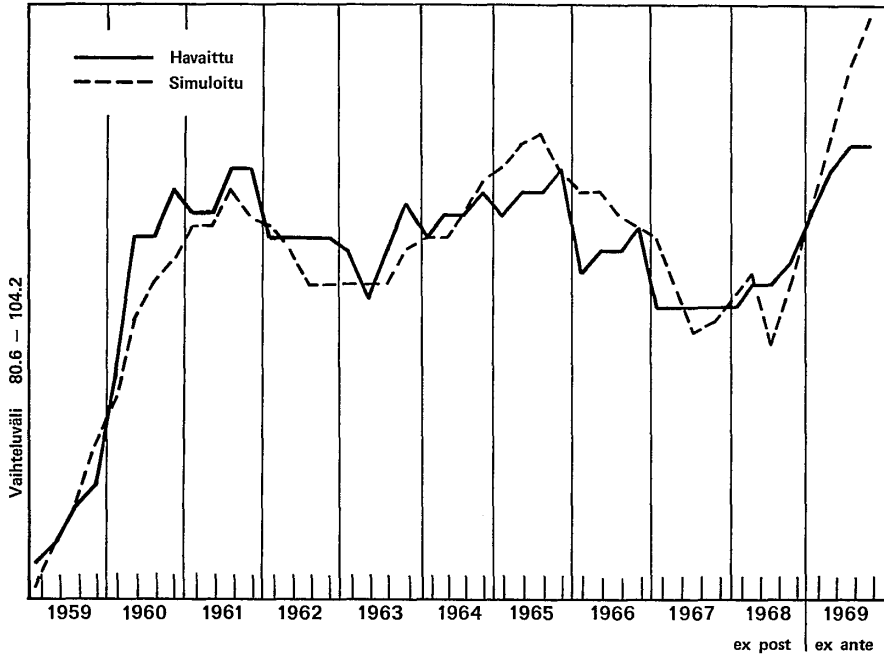
Vrt. kuvio G 9



Kuvio G 23

ANSIOTYÖPANOS LHWA7, YHTÄLÖ (15.10)

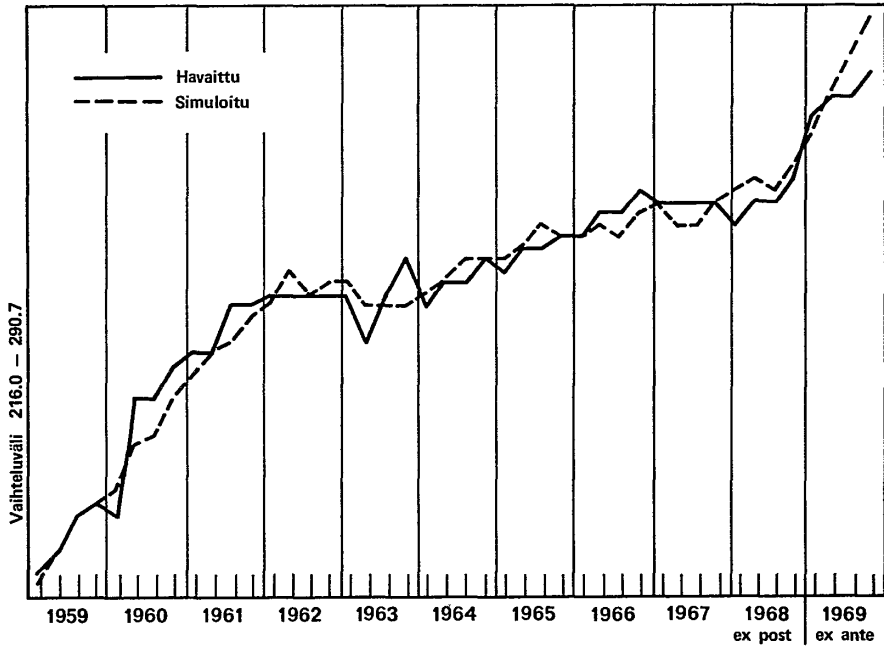
Vrt. kuvio G 10



Kuvio G 24

ANSIOTYÖPANOS LHWA8, YHTÄLÖ (15.11)

Vrt. kuvio G 11



SYMBOLILUETTELO

Teoreettinen osa:

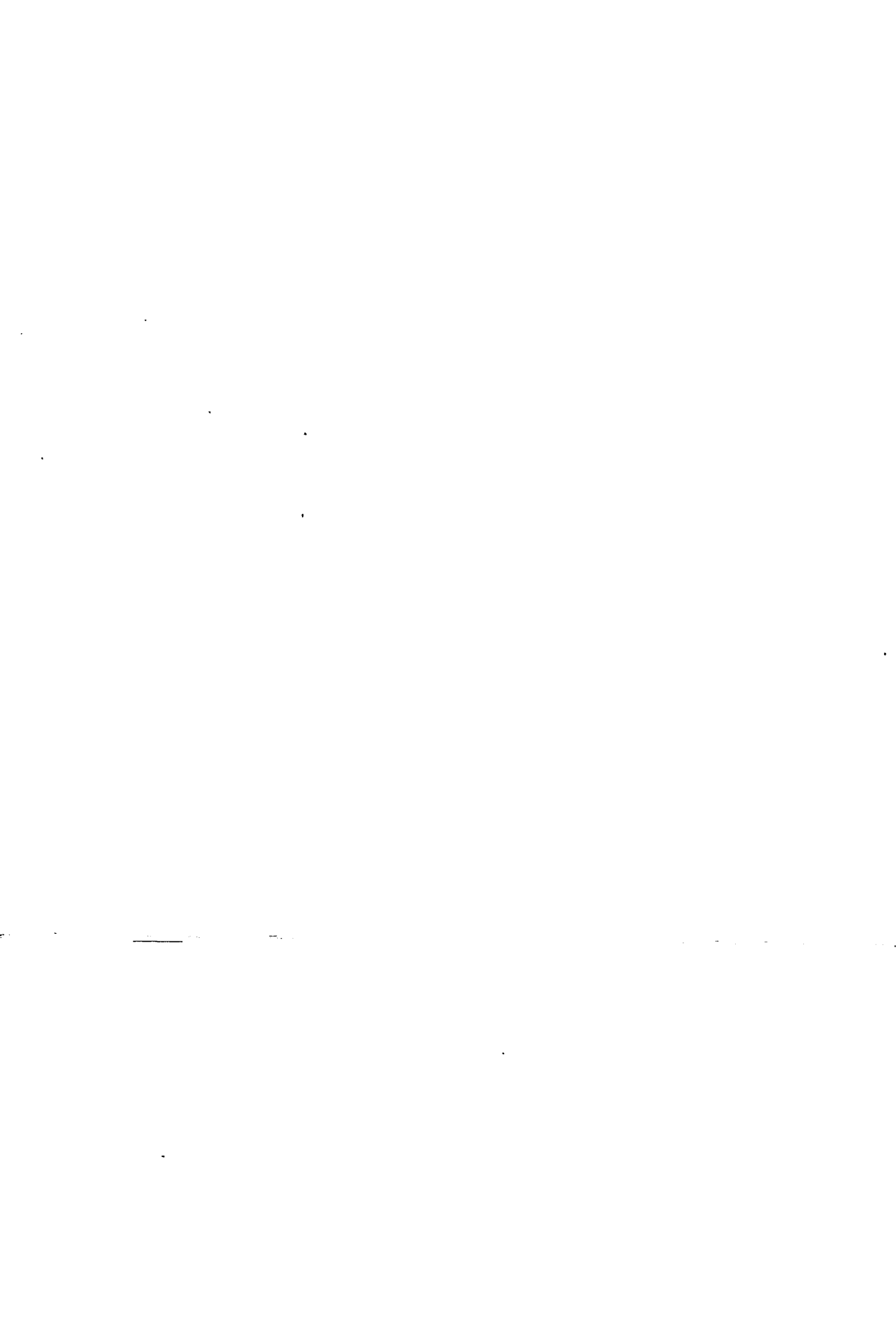
Kapasiteetin käyttöaste	= C
Investoinnit	= I, IL
Pääoma, pääomapanos	= K
Työ, työpanos	= L
Tuotannon, tuotoksen hinta	= P
Voitot	= Π
Tuotanto, tuotos, hyödyke	= Q
Pääoman, pääomapanoksen hinta	= R
Trendimuuttuja	= T
Työn, työpanoksen hinta	= W
" reaalisisena	= W/P
Distribuutioparametri	= α
Substituutioparametri	= b
Tuotanto-odotusten joustoparametri	= β
Skaalaparametri, tehokkuusparametri	= γ
Teknologisen muutoksen kerroin	= δ
Tuottoparametri	= h
Työn kysynnän sopeutuksen joustokerroin	= λ_1, λ_2
Kapasiteettiparametri	= τ
$\text{Log}_e X$	= $\ln X$
Muuttujan X pitkän aikavälin optimi	= X^*
Muuttujan X odotettu, suunniteltu arvo (myös matriisin X transpose)	= X'

Empiirinen osa:

Muuttujat ks. dataliite s. 127 - 129.

Sektorijako ks. 56.

$\text{Log}_{10} X$ = $\lg X$



Demand for Labour in the Quarterly Model of the Finnish Economy by Simo Lahtinen

SUMMARY

This study has been carried out in connection with construction of the Quarterly Model of the Finnish Economy which is being built by the Bank of Finland. The aim has been to formulate the labour demand equations needed for the model. The supply of labour and the price of labour, i.e. the wage level, will be analysed in other studies. This study covers the specification, the estimation and the validation of the labour demand equations. The fourth stage in the construction of an econometric model, the use of model will begin in the future.

The basic ideas behind the theory of demand for labour, which has served as the conceptual framework for the study, have been derived neoclassical production theory. The optimal demand for factors of production is in the long-run determined by the scale factors, primarily the level of production and the stock of capital, on the one hand, and by substitution brought about by changes in relative prices, on the other. Because of the limits imposed by the availability of data, the theoretical approach is only partially developed and attention has not been devoted to the capital stock and its price. In the short-run, account has to be taken of such

aspects as the partial adjustment of demand for labour, expectations and possible imperfect competition in labour and product markets. The demand for labour during each period is determined by the total effect of these short-term and long-term factors.

The labour demand equations for the Finnish economy as a whole and for eight separate sectors were estimated by the ordinary least squares method for the period 1958-1968. This method, however, might be rather unsatisfactory for the estimation of a block of a large simultaneous macro-model. The reliability of the estimation results was measured not only by the more conventional statistical methods but also by tests of multicollinearity of data.

The labour demand block formed on the basis of the estimated equations was then analysed as a whole. In validating of the block, attention was paid to its ex post and ex ante forecasting ability, to the characteristics of the structure of the block and to its dynamic properties. Because of the faults discovered by the validation, some equations was re-specified and re-estimated. In addition, the validation provided information on the block and its quality with a view to its use.

The empirical part of the study gave support to the theory of the demand for labour which had been chosen. Its most

essential features (production, real wages, partial adjustment and imperfect competition) led to the use of variables which functioned satisfactorily in estimating the demand for labour and in validating the labour demand block. However, completion of the study is required by using the equations for forecasting economic developments and simulating economy policy in connection with the whole model.



SUOMEN PANKIN JULKAISUJA

Sarja D (n:ot 1 - 30 Suomen Pankin taloustieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja)

1. Pertti Kukkonen: On the Measurement of Seasonal Variations. 1963. 11 s.
2. The Index Clause System in the Finnish Money and Capital Markets. 1964, tarkistettu laitos 1969. 15 s.
3. J.J. Paunio: Adjustment of Prices to Wages. 1964. 15 p.
4. Heikki Valvanne - Jaakko Lassila: The Taxation of Business Enterprises and the Development of Financial Markets in Finland. 1965. 26 s.
5. Markku Puntila: Likvidien varojen kysyntä ja yleisön likviditeetin kehitys Suomessa vuosina 1948-1962. 1965. 110 s.
6. J.J. Paunio: Taloudellinen kasvu ja suhdannevaihtelut dynaamisen makrotarkastelun valossa. 1965. 117 s.
7. Ahti Molander: Kokonaistaloudelliseen hinta- ja palkkatasoon vaikuttavat tekijät Suomessa vuosina 1949-1962. 1965. 159 s.
8. Erkki Pihkala: Keskinäisen taloudellisen avun neuvoston pysyvät komissiot työnjaon toteuttajina. 1965. 35 s.
9. Kari Nars: Statens prispolitiska parametrar. 1965. 118 s.
10. Heikki Valvanne: The Framework of the Bank of Finland's Monetary Policy. 1965. 34 s.
11. Jouko Sivander: Ulkomaankaupan substituuatiojoustojen teoriasta ja mittaamisesta. 1965. 91 s.
12. Timo Helelä - Paavo Grönlund - Ahti Molander: Muistio palkkaneuvotteluja varten. 1965. 56 s.

13. Erkki Laatto: Suomen ulkomaisen tavarakaupan volyyymi-indeksit neljännesvuosittain vuosina 1949-1964 eräistä lyhytaikaisista vaihteluista puhdistettuina. 1965. 24 s. (Englanninkielinen tiivistelmä.)
14. Dolat Patel: The Share of the Developing Countries in Finnish Foreign Trade. 1966. 31 s.
15. Pekka Lahikainen: Tuotoksen ja työpanoksen välisen suhteen vaihteluista. 1966. 25 s.
16. Heikki U. Elonen: Yrityksen rahoituspääomien kysynnästä ja tarjonnasta. 1966. 88 s.
17. Timo Helelä - J.J. Paunio: Memorandum on Incomes Policy. 1967. 10 s.
18. Kari Nars: Undersökning av efterfrågetrycket. 1967. 119 s.
19. Kari Puumanen: Indeksivaateet valintakohteina. 1968. 186 s.
20. Richard Aland: Sijoituspankkitoiminta Yhdysvalloissa - The Investment Banking Function in the United States. 1968. 31 s.
21. Timo Helelä: Työnseisaukset ja teolliset suhteet Suomessa vuosina 1919-1939. 1969. 341 s. (Kahtena niteenä.)
22. Sirkka Hämäläinen: Kotitalouksien säästämiseen vaikuttavista psykologisista tekijöistä ja niiden mittaamismahdollisuuksista. 1969. 177 s.
23. Heikki Koskenkylä: An Evaluation of the Predictive Value of the Investment Survey of the Bank of Finland Institute for Economic Research. 1969. 12 s.
24. Heikki Koskenkylä: Suomen Pankin investointikyselyn otantaan liittyvistä ongelmista. 1970. 71 s.
25. Pertti Kukkonen - Esko Tikkanen: Jäänmurtajat ja talvi-liikenne. 1970. 136 s.
26. Heikki U. Elonen - Antero Arimo: Tutkimus kirkon taloudesta. 1970. 73 s.

27. Juhani Hirvonen: Kansainvälisen talouden ekonometrinen simultaanimalli. 1971. 64 s.
28. Heikki Koskenkylä: Teoreettisen ja empiirisen investointianalyysin ongelmista. Suomen tehdasteollisuuden investointitoiminta vuosina 1948-1970. 1972. 182 + 58 s.
29. A Quarterly Model of the Finnish Economy by The Model Project Team of the Research Department. 1972. 105 s.
30. Hannu Halttunen: Tuotanto, hinnat ja tulot Suomen kansantalouden ekonometrisessä kokonaismallissa. 1972. 120 s.
31. Simo Lahtinen: Työn kysyntä Suomen kansantalouden ekonometrisessä kokonaismallissa. 1973. 171 s. (Englanninkielinen tiivistelmä.)

IVA5a 1973 19522

Suomen

Suomen Pankki

D:031

Lahtinen, Simo

Työn kysyntä Suomen

kansantalouden ekonometrisessa

1996-05-14

**SUOMEN PANKIN
KIRJASTO**

KYRIIRI OY 2573
Helsinki 1973

ISBN 951-686-008-7