HEIKKI KOSKENKYLÄ

Teoreettisen ja empiirisen investointianalyysin ongelmista

Suomen tehdasteollisuuden investointitoiminta vuosina 1948–1970

SUOMEN PANKIN
TALOUSTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN
JULKAISUJA SARJA D:28

ELOKUU 1972

SUOMEN PANKIN
TALOUSTIETEELLISEN TUTKIMUSLAITOKSEN JULKAISUJA
Sarja D. Monistettuja tutkimuksia

BANK OF FINLAND
INSTITUTE FOR ECONOMIC RESEARCH PUBLICATIONS
Series D. Mimeographed Studies

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. 15 s.
3. J. J. PAUNIO: Adjustment of Prices to Wages. 1964. 15 s.
4. HEIKKI VALVANNE and 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 substituutiojoustojen 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 volyymi-indeksit neljännesvuosittain vuosina 1949–1964 eräistä lyhytaikaisista vaihteluista puhdistettuna (English Summary). 1965. 24 s.
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 and 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.
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 talviliikenne. 1970. 135 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. 1972. 182 + 58 s.

Kansantaloustieteen lisensiaattitutkimus Helsingin yliopistossa 1972. Julkaistaan tiedonantona käynnissä olevasta tutkimuksesta. Tutkimus liittyy osana Suomen kansantalouden ekonometrisen mallin rakentamiseen Suomen Pankin taloustieteellisen tutkimuslaitoksen tutkimusosastolla.

ISBN 951-686-001-X

SISÄLLYSLUETTELO

sivu

1. Tutkimuksen rakenne 1

2. Investointiprosessin peruskehikko 4
 2.1. Pääomakannan muutoksen malli 4
 2.2. Pääomahyödykkeiden tarjonnan vaikutus 9
 2.3. Uusintainvestointien teoria 14

3. Peruskehikon investointiteoreettinen sisältö 19
 3.1. Uusklassinen investointiteoria 19
 3.2. Akseleraatio- ja voittoteoria sekä odotetun kannattavuuden hypoteesi 26
 3.2.1. Akseleraatioteoria 26
 3.2.2. Voittojen ja odotetun kannattavuuden teoria 28
 3.3. Akseleraatio-, rajatehokkuus- ja uusklassisen teorian vertailua 32
 3.4. Joustava akseleraatioperiaate ja rahoituksen saatavuus 36
 3.4.1. Rahoituksen saatavuuskäsite 36
 3.4.1.1. Tausta ja Suomen institutionaaliset puitteet 36
 3.4.1.2. Rahoituksen saatavuus lainantarjoajien kannalta 38
 3.4.1.3. Rahoituksen saatavuus lainankysyjän kannalta 39
 3.4.1.4. Rahoituksen saatavuuden vaikutuskanavat 43
 3.4.2. Rahoituksen saatavuuden vaikutus optimaaliseen pääomakantaan 47
 3.4.3. Rahoituksen saatavuusmuuttujien operationaaliset vastineet 51

4. Investointifunktioiden johtaminen joustavalle akseleraatioteorialle 59
 4.1. Yhdistetty osittaisen sopeutuksen ja adaptiivisen odotushypoteesin malli 59
 4.2. Yhdistetyn sopeutus- ja odotusmallin viivästysrakenne 64
 4.3. Joustava akseleraatiomalli ja rahoituksen saatavuus 68
 4.3.1. Tuotanto-odotukset ja rahoituksen saatavuus 68
 4.3.2. Rahoituksen saatavuusodotukset 74
 4.4. Ehdolliset viivästysfunktiot 77

5. Empiirisiä tuloksia 82
 5.1. Muuttujien operationaaliset vastineet, uusintainvestointien teorian testaus ja estimointiongelmista 82

sivu
5.1.1. Keskeisimmät muuttujat 82
5.1.2. Uusintainvestointien teorian testaus 83
5.1.3. Estimointiongelmista 86
5.2. Joustava akseleraatioperiaate ja rahoituksen saatavuus 88
5.3. Uusklassisen teorian tuloksia 101
5.4. Odotetun kannattavuuden hypoteesi 114
5.5. Teorioiden vertailua tulosten valossa 125
6. Investointifunktion viivästysrakenteen eksogeenisuus ja endogeenisuus 129
6.1. Perusongelma: eksogeeninen vai endogeeninen? 129
6.2. Pitkän aikavälin kertoimet ja jakautuneet viivästykset 133
7. Empiirisistä tuloksista uusklassisen teorian perushypoteesien valossa 139
7.1. Investointien reaktio pääoman kysynnän muutoksen suhteen 139
7.2. Pääoman joustot tuotannon ja suhteellisten hintojen suhteen 147
7.3. Virhetermin spesifioinnin vaikutus pitkän aikavälin joustoihin 161
7.4. Verotuksen ja poistosäännösten vaikutus investointitoimintaan 172
8. Loppupäätelmiä 178
8.1. Teoreettisen investointitutkimuksen perusongelma 178
8.2. Investointifunktion viivästysrakenteen merkitys empiiristen tulosten valossa 180

Liitteet:

Liite I: Rationaalisista viivästysfunktioista 1
Liite II: Virhetermistä viivästysfunktiomalleissa 3
Lähdekirjallisuus 7
Dataliite 16
Estimaattiliite (taulukot) 24
Graafiliite (kuviot) 36
Symboliliite 56

1. TUTKIMUKSEN RAKENNE

Tutkimuksen rakenne on pääpirteittäin seuraava: Luvussa 2 johdetaan suoritettavan analyysin peruskehikko, joka sisältää varsin yleisen investointiprosessin viivästysrakenteen ja teorian uusintainvestoinneille. Yleisestä peruskehikosta saadaan erikoistapauksina investointiprosessin viivästysrakenteet ns. sopeutus- ja/tai adaptiivisten odotusmallien muodossa, joiden pohjalta johdetaan eksplisiittiset investointifunktiot luvussa 4. Luvussa 3 esitetään lyhyesti keskeisimmät piirteet investointiteorioista, joita testataan yleisen kehikon tai sen erikoistapausten avulla. Pääpaino luvussa 3 on investointiteorioiden kriittisellä tarkastelulla ja eri teorioiden vertaamisella sekä rahoituksen saatavuuden liittämisellä eksplisiittisesti joustavaan akseleraatioperiaatteeseen.

Investointiprosessin peruskehikosta saatavien sopeutus ja/tai adaptiivisten odotusmallien avulla analysoidaan luvussa 4 erityisesti joustavaa akseleraatioteoriaa, joka sisältää rahoituksen saatavuusmuuttujan. Luvussa 4 johdettua investointitoiminnan viivästysrakennetta voidaan käyttää myös uusklassisen, akseleraatio- ja "investointien odotetun kannattavuuden" teorioiden analyysin kehikkona. Korostettakoon sitä, että eri investointiteoreettisille lähtökohdille on pyritty johtamaan kutakin "parhaiten" vastaava mallispesifikaatio. Eräissä tapauksissa (lähinnä akseleraatioperiaate) investointifunktio voidaan johtaa suoraan optimaalisen pääomakannan määräytymisyhtälöstä, mutta varsin yksinkertaisessa muodossa. Investointifunktioita johdettaessa on erityisesti kiinnitetty huomiota pääomakannan määräytymisyhtälön (pääoman kysynnän) ja investointimallin väliseen yhteyteen. Jakautuneita viivästyksiä koskevat tutkimuksen osat (luvut 2, 4 ja 6) ovatkin eräänlaisena siltana optimaalisen pääomakannan ja investointifunktion välillä. Useiden erityyppisten investointimallien analysoiminen selittyy ennen kaikkea sillä, että vuosiaineistoon perustuvissa investointitutkimuksissa on sovellettu lähes yksinomaan koyckilaisia viivästysfunktioita, mikä ilmeisesti on huomattavana syynä neljännes- ja vuosiaineistoon perustuvien tulosten eroon sopeutumisuran muodon ja keskimääräisen viivästyksen suhteen. Tutkimuksen keskeisimpiä kohtia onkin ollut etsiä eri investointifunktioille kutakin "parhaiten" (teoreettisesti ja metodologisesti) vastaava investointimallin ja sen viivästysrakenteen muoto, jotta eri teorioiden vertailu ei olisi harhainen viivästysfunktion spesifioinnin suhteen. Jos a priori spesifioidaan esim. geometrinen viivästysrakenne jokaiselle teoreettiselle lähestymistavalle ei sovellutus ole validitesti eri teorioiden välillä. Jollekin teorialle geometrinen muoto voi sellaisenaan olla soveltuvin, mutta jollekin toiselle teorialle saattaa olla sopivin esim. Pascalin jakautumaan perustuva viivästysrakenne.

Tutkimuksen keskeisimmät empiiriset tulokset Suomen tehdasteollisuuden investointitoiminnalle aloittain (puunjalostusteollisuus, metalliteollisuus ja muu tehdasteollisuus) vuosina 1948-1970 esitetään luvussa 5. Luvuissa 6 ja 7 analysoidaan tuloksia eri investointiteorioiden sisältämien perushypoteesien pohjalta pääpainon ollessa uusklassisessa teoriassa, josta teorian sisältämien hypoteesien implikaatiot saadaan selvimmin esille ja siten eksplisiittisimmin testatuksi. Erikoisesti kiinnitetään huomiota pääomateorian ja investointiteorian väliseen yhteyteen, joka tutkimuksessa on ratkaistu viivästysfunktioiden välityksellä. Investointifunktion viivästysrakenteen eksogeenisuuden ja endogeenisuuden ongelma pääomateoriasta investointiteoriaan siirryttäessä on tarkastelun kohteena luvussa 6. Uusklassisen teorian hypoteesien testaamisen lisäksi analysoidaan luvussa 7 virhetermin vaikutuksia viivästysfunktiomalleihin. Luvussa 8 esitetään keskeisimmät johtopäätökset suoritetun tutkimuksen pohjalta.

Tutkimuksessa on osittain viety rinnakkain teoreettista ja empiiristä analyysia. Rahoituksen saatavuutta (rahoitusmarkkinoiden kireyttä) indikoivien muuttujien operationaaliset vastineet on esitetty jo luvussa 3, koska nämä muuttujat perustuvat olennaisesti samassa luvussa esitettyihin hypoteeseihin. Luvussa 5 tarkastellaan empiirisiä tuloksia tavanomaisin ekonometrisin kriteerein: mallien selityskyky (R^2), DW-testi, parametrien etumerkki ja merkitsevyys (t-testi), parametreja koskevat a priori rajoitukset, identifiointiongelmat jne. Seuraavassa luvussa esitetään mallien viivästysrakenteen endogeenisuus-eksogeenisuusongelman teoreettinen tarkastelu. Luvussa 6 esitettyjen näkökohtien valossa suoritetaan luvussa 7 investointiteorioiden ja ensi sijassa uusklassisen teorian sekä akseleraatioperiaatteen testaus näiden teorioiden perushypoteeseista saatavien implikaatioiden (tuotantofunktion parametrit, pitkän aikavälin joustot, keskimääräinen viivästys jne.) osalta.

2. INVESTOINTIPROSESSIN PERUSKEHIKKO

2.1. Pääomakannan muutoksen malli

Useimmissa investointiteorioissa oletetaan, että uusien investointiprojektien toteuttaminen vaatii useita periodeja, jolloin todellinen pääomakanta (K_t) voi poiketa ajanjakson t lopussa optimaalisesta eli pitkän aikavälin tasapainopääomakannasta (K_t^d). Jos investointiprosessissa esiintyy viivästyksiä, niin todellisen (olemassa olevan) ja halutun pääomakannan yhtäsuuruus ($K_t = K_t^d$ eli tasapainotilanne) korvataan analyysissä yhtäsuuruudella:

(2.1) $K_t^d = K_{t-1} + BUI_t$

jossa K_{t-1} on pääomakanta periodin t alussa (periodin t-1 lopussa) ja BUI_t kuvaa käynnissä olevia investointiprojekteja mukaan luettuna ajanjaksona t aloitetut projektit. Muuttuja BUI_t mittaa siis pääomakannan laajentamistarkoituksessa aloitettujen, mutta keskeneräisten investointiprojektien summaa (kertymää), (EVANS (1967): s. 151-152, JORGENSON (1967): s. 17-18). Seuraavassa tarkastellaan lähemmin jakautuneiden viivästysten syntyä investointitoiminnassa ja tältä pohjalta syntyvää investointifunktion peruskehikkoa, joka viime kädessä perustuu pääoman kysyntäteoriaan eli siihen, kuinka haluttu (optimaalinen) pääomakanta määräytyy.

Oletetaan, että u_i on niiden investointiprojektien osuus, jotka on aloitettu ajanjaksona t ja jotka ovat valmistuneet periodina t+i; osuuslukujen u_i oletetaan pysyvän vakiona. Tietyn projektin kestoajan (toteuttamisen) jakautuma voidaan tällöin kuvata vakiolla u_i: ei-negatiivisten lukujen u_i muodostamalla lukujonolla $\{u_i\}$ ehdolla, että

(2.2) $\sum_{i=0}^{\infty} u_i = 1$

Investointiprojekti käsitetään seuraavassa lähinnä kapasiteetin laajennukseen tähtääväksi investoinniksi, ts. tarkastelu rajoitetaan aluksi yksinomaan nettoinvestointeihin. Todellisuudessa investointien jakaminen rationalisointi- ja uusintainvestointeihin sekä laajennusinvestointeihin on erittäin hankalaa (EISNER (1970): s. 1-26).

Olkoon laajennusinvestointimenojen (nettoinvestointiprojektin) taso IN_t ajanjaksona t. Jokaisena ajanjaksona pääomakannan laajennukseen tähtäävät investoinnit ovat painotettu keskiarvo aikaisempina periodeina aloitetuista projekteista. Jos IS_t on ajanjaksona t aloitettujen projektien taso (= projektin kokonaismenot), saadaan

(2.3) $$IN_t = u_o\, IS_t + u_1\, IS_{t-1} + \ldots = \sum_{i=o}^{\infty} u_i\, IS_{t-i}$$

Viivästysoperaattori L määritellään seuraavasti: $L\, a_t = a_{t-1}$, $L^2\, a_t = a_{t-2}, \ldots, L^i\, a_t = a_{t-i}$, ja oletetaan, että operaattori L on määritelty lukujonolle $\{a_t\}$. Painotettu keskiarvolauseke (2.3) saadaan tällöin muotoon

(2.4) $$IN_t = u(L)\, IS_t,$$

jossa u(L) on viivästysoperaattorin potenssisarja:

$$u(L) = u_o + u_1\, L + u_2\, L^2 + \ldots = \sum_{i=o}^{\infty} u_i\, L^i$$

Yhtälön (2.4) avulla määritellään siis nettoinvestointien ja uusien projektien aloittamisen välinen riippuvuus jakautuneiden viiveiden muodossa. Investointiprosessin kuvaamiseksi kokonaisuudessaan on lisäksi tarkasteltava laajennusinvestointien (IN_t) aloittamiseen johtavaa mekanismia (kapasiteetin laajennustarpeen syntyä). Jokaisena ajanjaksona t aloitetaan uusia projekteja, kunnes aloitettujen mutta keskeneräisten (käynnissä olevien) projektien summa on yhtäsuuri kuin halutun (K^d) ja olemassa olevan pääomakannan erotus. Esim. niiden projektien suhteellinen osuus, jotka on aloitettu edellisellä periodilla (t-1) mutta joita ei ole kokonaan toteutettu ajanjaksona t, on $1 - u_o - u_1$. Käynnissä olevien projektien kertymä periodin t lopussa on kaikkien käynnissä olevien projektien keskeneräisten suhteellisten osuuksien summa eli

$$(2.5) \quad BUI_t = IS_t + (1-u_o)\, IS_{t-1} + (1-u_o-u_1)\, IS_{t-2} + \ldots$$

Yhtälö (2.5) itse asiassa osoittaa, miten ajanjaksona t aloitettavien uusien projektien taso määräytyy. Käynnissä olevien projektien summan on oltava yhtäsuuri kuin halutun ja olemassa olevan kannan erotus eli

$$(2.6) \quad K_t^d - K_{t-1} = IS_t + (1-u_o)\, IS_{t-1} + (1-u_o-u_1)\, IS_{t-2} + \ldots$$

Yhtälön (2.6) perusteella periodin t alussa oleva pääomakanta lisättynä käynnissä olevien projektien summalla tasapainottaa todellisen pääomakannan (K_t) periodin t lopussa halutulle pitkän ajan tasapainotasolle K_t^d. Uusien investointiprojektien (IS_t) volyymin määräävä malli (2.6) voidaan saattaa yksinkertaisempaan muotoon seuraavasti:

$$(2.7) \quad \sum_{i=o}^{\infty} L^i = \frac{1}{1 - L} = 1 + L + L^2 + \ldots$$

Yhtälö (2.7) on lukujonon $\{1\}$ generoiva funktio. Tällöin saadaan

$$(2.8) \quad 1 - L\, u(L) = 1 - u_o L - u_1\, L^2 - u_2\, L^3 - \ldots$$

Kertomalla yhtälön (2.7) termeillä (oikean puolen yhteenlaskettavilla) lausekkeen (2.8) termit vuoron perään ja merkitsemällä kukin saatu tulo matriisin A (i x j, jossa i,j $\longrightarrow \infty$) vaakavektoriksi ja kertomalla saatu matriisi skalaarilla IS_t saadaan yhtälölle (2.6) havainnollinen matriisiesitys:

$$A = IS_t \begin{bmatrix} 1 & -u_o L & -u_1 L^2 & \ldots & -u_i L^{i+1} \\ L & -u_o L^2 & -u_1 L^3 & \ldots & -u_i L^{i+2} \\ L^2 & -u_o L^3 & -u_1 L^4 & \ldots & -u_i L^{i+3} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \ldots & \cdot \\ L^j & -u_o L^{j+1} & -u_1 L^{j+2} & \ldots & -u_i L^{i+j} \end{bmatrix}$$

Yhtälölle (2.6) saadaan eksakti matemaattinen esitysmuoto tulolla (2.7) x (2.8) eli

(2.9) $K_t^d - K_{t-1} = (\sum_{i=o}^{\infty} L^i) \times (1 - L\,u(L))\,IS_t$

Yhtälön (2.7) avulla yhtälö (2.9) voidaan saattaa muotoon

(2.10) $K_t^d - K_{t-1} = \frac{1 - L\,u(L)}{1 - L}\,IS_t$, koska

a) $IN_t = u(L)\,IS_t$,

b) $(1-L)\,K_{t-1} = K_{t-1} - L\,K_{t-1} = IN_t$ ja

c) $IN_{t-1} = (1-L)\,K_{t-1} = L\,u(L)\,IS_t$

Yhtälö (2.10) voidaan edelleen saattaa muotoon

(2.11) $IS_t = K_t^d - K_{t-1}^d$,

koska $(1-L)\,K_t^d - (1-L)\,K_{t-1} = IS_t - L\,u(L)\,IS_t$ ja

$K_t^d - K_{t-1}^d - L\,u(L)IS_t = IS_t - L\,u(L)\,IS_t$

Mallista (2.11) voidaan päätellä, että jokaisena ajanjaksona aloitettujen projektien taso = haluttu kapasiteetin muutos (= periodien t ja t-1 haluttujen pääomakantojen erotus). Yhdistämällä yhtälöt (2.11) ja jakautuneiden viivästysten funktio (2.4) saadaan laajennusinvestointien perusmalliksi

(2.12) $IN_t = u(L)\,(K_t^d - K_{t-1}^d)$

eli kapasiteetin laajennusinvestointien taso on aikaisempien haluttujen kapasiteetin muutosten painotettu keskiarvo, jolloin painoina ovat vakiot u_i. Mallin (2.12) puitteissa määräytyvät siis nettoinvestoinnit, kunhan pääoman kysyntäfunktio on spesifioitu eli määritelty haluttu pääomakanta. Todettakoon jo tässä yhteydessä, että mallissa (2.12) siirrytään pääomateoriasta investointiteoriaan viivästysrakenteen u(L) välityksellä ja että mallin (2.12) puitteissa investointiteoria on erottamaton osa pääomateoriaa. Onko malli (2.12) ensi sijassa investointien kysyntäyhtälö ja/tai tarjontayhtälö, riippuu siitä, miten optimaalinen pääomakanta K^d määräytyy. Tätä ongelmaa tarkastellaan myös seuraavassa luvussa sekä luvussa 3.

Edellä esitetty varsin yksinkertainen investointiprosessin yhteys jakautuneiden viiveiden funktioon voidaan yleistää sisältämään useita investointitoiminnan vaiheita uusien projektien aloittamisen ja varsinaisen investointitapahtuman välillä (ks. esim. ALMON (1965): s. 178-193, de LEEUW (1962): s. 407-422, ALMON (1968): s. 193-181, CAMPAGNA (1968): s. 207-214). Vaikka esitettyä investointiprosessin kuvaamista jakautuneiden viivästysten muodossa yleistettäisiinkin ottamalla mukaan investointitoiminnan eri välivaiheita (rahoituksen järjestely, tilausten teko jne.), investointipäätöksen analysointi jää puutteelliseksi, ellei oteta huomioon investointisuunnitelmien välityksellä viivästyksiä. Mallin (2.12) mekanismi ei ota huomioon sitä, että alkuperäiset suunnitelmat, jotka voidaan laatia jo varsin aikaisessa vaiheessa, saattavat poiketa lopullisista suunnitelmista projektin toteuttamisen alkaessa. Pelkkä investointiodotusten olemassaolo jo paljon ennen kuin varsinaiset suunnitelmat tehdään on osoitus alkuperäisten suunnitelmien viivästyksen pituudesta.[1] On myös ilmeistä, että näiden suunnitelmien modifioimista tapahtuu vielä vähän ennen kuin varsinaisen projektin toteuttaminen aloitetaan. Edellä kehiteltyä viivästysrakennetta olisi itse asiassa täydennettävä spesifioimalla sekä alkuperäisten suunnitelmien että suunnitelmien muutosten viivästysrakenne erikseen ja liittämällä ne viivästysfunktioiden konvoluutiona eksplisiittisesti mallin kokonaisviivästysrakenteeseen u(L). Tällaisen viivästysrakenteen empiirinen testaaminen vaatisi kuitenkin sellaista investointisuunnitteluaineistoa, jota Suomen tehdasteollisuudesta on saatavissa vain vuosilta 1962 - 1970.

---

1. Tämä käy ilmi mm. Suomen Pankin investointitiedustelun vuoden t kevään kyselystä, jossa tiedustellaan vuoden t+1 suunnitelmia.

2.2. Pääomahyödykkeiden tarjonnan vaikutus

Edellä esitetyssä peruskehikossa (2.12) on siis lähdetty siitä, että optimaalinen pääomakanta on annettu, jolloin nettoinvestoinnit (tuotantokapasiteetin lisäys) määräytyvät mallin (2.12) mukaan. Optimaalisen pääomakannan kysyntäyhtälö antaa siten myös ne tekijät, jotka vaikuttavat investointeihin. Edellä todettiin myös, että viivästysfunktion välityksellä on mahdollista siirtyä pääomateoriasta investointiteoriaan ja että viivästysrakenne sisältää implisiittisesti niiden tekijöiden vaikutuksen investointeihin, jotka eivät esiinny optimaalisen pääomakannan K_t^d yhtälössä. Näitä tekijöitä ovat mm. rahoitustekijät, odotukset kysynnän, tulojen, hintojen ja kustannusten kehityksestä tulevaisuudessa sekä ennen kaikkea investointitavaroiden tarjoajien käyttäytyminen.

Peruskehikon mallissa (2.12) tulevat eksplisiittisesti esille vain kysyntätekijät (pääomahyödykkeiden kysyntäpäätös) K_t^d:n kautta, kuten luvussa 3 osoitetaan. Toisaalta investointitoiminnassa on koko ajan kysymys pääomahyödykkeiden kysynnän ja tarjonnan sopeutumisesta tietylle pitkän ajan pääomakannan tasapainotasolle (optimaaliselle tasolle K_t^d). Itse asiassa luvussa 3 esitettävät investointiteoriat perustuvat oletukselle maksimoivasta (voiton tai nykyarvon) investoijasta ja maksimoivasta pääomahyödykkeen tuottajasta. - Trygve Haavelmo toteaa (HAAVELMO (1960): s. 16), että investointien kysyntä ja tarjonta on pyrittävä johtamaan

a) toisaalta tietyn hyödykkeen hankkimista koskevista kysyjän preferensseistä ja toisaalta taas tietyn objektin hankkimista koskevista tuottajan preferensseistä käyttämällä hyväksi tarjoajan määräysvaltaa hänen hallussaan olevien objekteihin sekä

b) niistä rajoituksista, jotka sekä kysyjän että tarjoajan on otettava huomioon käyttäytyessään preferenssiensä mukaisesti.

Todettakoon tässä yhteydessä, että luvussa 3 on investointiteorioiden johtamisessa otettu huomioon eräät rajoitukset - ennen kaikkea kansantalouden teknologia tuotantofunktiolla ilmaistuna. Haavelmo toteaa edelleen (Haavelmo s. 16-17), että jos tunnetaan voitonmaksimointiin pohjautuvat preferenssit vaihtoehtoisista pääomakantojen tasoista, näistä ei suoranaisesti voida johtaa preferenssejä itse sopeutuksen nopeuteen, investointiin, nähden ts. viivästysrakennetta u(L) ei voida johtaa näistä preferensseistä käsin. Ei voida sanoa, että mitä enemmän halutaan siirtyä pääomakannasta toiseen, sitä nopeammin siirtyminen tapahtuu. Toisaalta Haavelmo tuo esiin perusongelman: tuottajalle tai talousyhteisölle kokonaisuudessaan ei ehkä merkitse ratkaisevasti, saavutetaanko tietty haluttu pääomakanta vuonna t vai t+1, mutta tämä voi olla merkitsevää pääomatavarateollisuudelle. Ongelman ydin on siinä, että viivästykset useimmissa tapauksissa ovat seurausta tuottajien käyttäytymisestä eivätkä niinkään paljon osoita tuotantoprosessin teknisiä ominaisuuksia. On ilmeistä, että kun pääoman kasvuvauhtia halutaan selittää, tämä ei voi tapahtua nojautumalla yksinomaan vaihtoehtoisia pääomakantojen tasoja koskeviin preferensseihin. Se täytyy selittää niillä tekijöillä, jotka jollakin tapaa vaikuttavat sopeutuksen nopeuteen (HAAVELMO, s. 16-17). Haavelmo tulee siihen johtopäätökseen, että liikuttaessa perinteellisessä voitonmaksimoinnin maailmassa niissä parametreissa, jotka määräävät pääomakapasiteetin kulloisenkin optimaalisen koon, on tapahduttava jatkuvaa muuttumista, jos jatkuva investointien (IN:n) positiivinen taso on oleva teoreettisena tuloksena.

Korostettakoon edelleen, että perusmallissa (2.12) investointifunktiota on käsitelty pohjimmiltaan kysyntäyhtälönä, jossa viivästysrakenteen kautta siirrytään pääomateoriasta investointifunktioon ja viivästysrakenteen oletetaan implisiittisesti ottavan huomioon pääomahyödykkeiden tarjoajien käyttäytymisen. Viivästysfunktio on itse asiassa pääoman kysyntäfunktion tietyllä tavalla dynamisoitu muoto. Haavelmo väittää kuitenkin, että näin saatu investointifunktio ei perustu teoriaan investointien kysynnästä. Sitä se olisi vain siinä tapauksessa, että u(L) ei olisi a priori asetettu kerroinlauseke (ts. eksogeeninen), vaan endogeeninen muuttuja, joka saisi itsenäisen selityksensä mallissa. Teoreettisesta tarkastelusta erillään on kuitenkin otettava huomioon, että viivästysmallien kehittäminen on merkinnyt empiriassa investointifunktion selityskyvyn olennaista paranemista.

Haavelmo on tutkimuksessaan korostanut nettoinvestointien kysynnän epämielekkyyttä tavanomaisen voitonmaksimointiproseduurin yhteydessä sekä sitä, ettei investointifunktiota voida tulkita yksinomaan kysyntäyhtälöksi. Haavelmo korostaa, esittämättä kuitenkaan mitään ratkaisua, että investointiteoriassa tulisi ottaa eksplisiittisesti huomioon pääomahyödykkeiden tarjonnan puolella tapahtuvat reaktiot. Eräs mahdollisuus tarjonnan eksplisiittiseen liittämiseen saadaan seuraavilla oletuksilla: Oletetaan, että tuotteen kysynnän kasvun, korkotason alenemisen tai pääomahyödykkeen hinnan alenemisen johdosta optimaalisen pääomakannan taso kasvaa. Oletetaan edelleen, että halutun pääomakannan ja olemassa olevan pääomakannan ero on täytettävissä vain tuottamalla uusia investointihyödykkeitä. Kun näiden hyödykkeiden tuotantoprosessi normaalisti vaatii runsaasti aikaa, voidaan olettaa, että tuotantokustannukset riippuvat siitä, miten nopeasti tietty tuotantovolyymi tuotetaan. Tällöin on ilmeistä, että yrittäjän tulee laskelmissaan ottaa huomioon se, että tiettyä pääomakannan lisäystä ei vastaakaan pelkästään yksikköhinta (q), vaan hintakäyrä, jossa hinta määräytyy toimitusajan mukaan siten, että mitä lyhyempi toimitusaika on ts. mitä suurempi dK/dt on, sitä korkeampi on hinta. Näin avautuu eräs mahdollisuus johtaa yrityksen voitonmaksimointikehikossa paitsi optimaalinen pääomakannan taso myös optimaalinen sopeutuksen nopeus eli itse asiassa optimaalinen sopeutuksen viivästys. Jos oletetaan, että ainoa viivästystekijä pääomakantaa sopeutettaessa on lähtöisin pääomatavaroita tuottavien yrittäjien reaktioista, voidaan todeta, että esim. pääomakannan sopeutusmallissa (4.1) (luku 4) sopeutuskerroin g ei olekaan vakio, vaan endogeeninen muuttuja, joka määräytyy voitonmaksimointikehikossa. Tällöin ei kuitenkaan ole kysymyksessä voitonmaksimointi vain kysynnän puolella, vaan toimitusperiodin tulee olla optimaalinen sekä kysyjän että tarjoajan kannalta tarkasteltuna (EISNER and STROTZ (1963): s. 1-33; WALLIS (1969): s. 776).

Huolimatta siitä, että jonkinlaisia eksplisiittisiä ratkaisuja on olemassa pääomahyödykkeiden tarjoajien reaktioiden huomioon ottamiseksi, lähdetään tässä tutkimuksessa siitä, että tarjoajien reaktiot ilmenevät implisiittisesti investointifunktion viivästysrakenteessa, jolloin viivästysfunktion teoreettisena perustana voi olla esim. oletus sopeutumisuran riippuvuudesta toimitusajan pituudesta. Jos oletetaan, että pääomakannan lisäämisen kustannus on sitä suurempi, mitä nopeammin lisäys tapahtuu, ja yrityksen kustannusfunktio riippuu sopeutuksen nopeudesta sekä että yrityksen bruttotulofunktio on kvadraattista muotoa, voidaan osoittaa, että todellisen pääomakannan optimaalinen sopeutuminen uudelle korkeammalle tasapainotasolle on juuri osittaisen sopeutuksen hypoteesin kaltainen ts. vastaa geometrista viivästysrakennetta (EISNER and STROTZ (1963): s. 31, WALLIS (1969): s. 776).

Tutkimuksen teoreettisen ja empiirisen osan kannalta on olennaista todeta, että analyysin kohteena on nimenomaan tehdasteollisuus ja että yrittäjä toimii avoimessa taloudessa. Ensinnäkin monet Suomen tehdasteollisuuden suurimmat yritykset ovat samaan aikaan sekä pääomahyödykkeiden kysyjiä että niiden tuottajia. Tällöin voitaneen olettaa, että sopeutumisuraa tarkastellaan käyttäytymisen kannalta nimenomaan kysynnän puolelta, koska investointihyödykkeiden kysyntäpäätöksiä (hankintapäätöksiä) tehdessään yritykset samalla tekevät myös niiden tuotantopäätöksiä. Toiseksi noin puolet tehdasteollisuuden pääomahyödykkeistä on tuontitavaroita. Tältä osin yrityksille on hinta ja tarjonta oletettava annetuksi, jolloin tuonnin kautta tulevat pääomahyödykkeiden tarjontavaikutukset eivät ole yrityksen kontrolloitavissa. Toisaalta tuonnin tarjontavaikutukset ovat luonteeltaan rajoittava ehto kotimaiselle investointikysynnälle. Tämän rajoittavan ehdon voidaan olettaa vaikuttavan ensi sijassa investointitoiminnan ajoitukseen eli sopeutusuraan optimaaliselle pääomakannan tasolle eikä sen voida olettaa olevan niinkään paljoa määrällinen rajoitus investointien volyymille. Ei tunnu mielekkäältä olettaa tuonnin kautta tulevia tarjontavaikutuksia rajoittavaksi ehdoksi samalla tavoin kuin tuotantofunktio on uusklassisen teorian johtamisessa. Tarjontavaikutukset tuonnin kautta ilmenevät ennen kaikkea menetettyinä pääomatuloina, jos ne noususuhdanteessa rajoittavat kapasiteetin lisäämisnopeuden hitaammaksi kuin yrittäjä lopputuotteiden kysynnän kehityksen perusteella pitäisi optimaalisena. Tällaisen vaikutuksen oletetaan tässä analyysissa heijastuvan viivästysfunktion kautta investointeihin ja näkyvän esim. keskimääräisen viivästyksen pitenemisenä.

2.3. Uusintainvestointien teoria

Seuraavassa palataan perusmalliin (2.12). Mallin (2.12) puitteissa tarkasteltiin vain sellaisten investointien syntyä, jotka ovat pääomakannan laajentamistarpeen luomia. Koska empiiristä analyysia varten on saatavissa luotettavaa aineistoa lähinnä bruttoinvestoinneista (= nettoinvestoinnit + uusintainvestoinnit), tarkastellaan lyhyesti aikaisemmin hankittujen pääomahyödykkeiden kulumisen (teknisen ja/tai taloudellisen) korvaavia ns. uusintainvestointeja (KUH (1963): s. 67-73, EISNER (1970): s. 1-23, GRILICHES (1963): s. 115-124).

Olkoon ajanjaksona t hankituista pääomahyödykkeistä ajanjaksona t+i suoritettujen uusintainvestointien suhteellinen osuus v_i. Uusintainvestointien jakautumista ajassa voidaan tällöin kuvata ei-negatiivisella lukujonolla $\{v_i\}$: $v_o, v_1, v_2, \ldots$, jossa $\sum_{i=o}^{\infty} v_i = 1$. Uusintainvestoinnit IR_t ovat tällöin aikaisempien bruttoinvestointien painotettu keskiarvo eli

(2.13) $IR_t = v(L)\ IB_t$

jossa v(L) on jälleen viivästysoperaattorin L potenssisarja eli $v(L) = \sum_{i=o}^{\infty} v_i\ L^i$. Funktion v(L) jakautuman muoto ja käytännössä myös jakautuman pituus (viivästys) eli summan yläraja on löydettävissä vain empiirisesti tutkimalla pääomahyödykkeiden kestoikää. Pääomakanta ajanjakson t lopussa on aikaisempien nettoinvestointien summa eli

(2.14) $K_t = \sum_{i=o}^{\infty} (IB_{t-i} - IR_{t-i})$

missä $IB_t - IR_t = IN_t$. Yhtälö (2.14) voidaan saattaa suljettuun muotoon seuraavasti:

(2.15) $\dfrac{1}{1 - L} = 1 + L + L^2 + \ldots = \sum_{i=o}^{\infty} L^i$

(2.16) $1 - v(L) = 1 - v_o - v_1L - v_2L^2 - \ldots$

Kertomalla (2.15) ja (2.16) keskenään saadaan yhtälölle (2.14) seuraava muoto:

$$(2.17) \quad K_t = \frac{1}{1 - L} (1 - v(L)) IB_t$$

Yhtälöiden (2.17) ja (2.13) avulla uusintainvestoinnit voidaan esittää funktiona pääomakannan aikaisemmista tasoista eli

$$(2.18) \quad IR_t = \frac{v(L)(1 - L)}{1 - v(L)} K_t$$

Tämä voidaan osoittaa kertomalla yhtälö (2.18) lausekkeella $(1 - v(L))$, saadaan $IR_t - v(L) IR_t = v(L)(1 - L) K_t$; yhtälön (2.17) avulla saadaan edelleen $IR_t - v(L) IR_t =$ $v(L)(1 - L) \frac{1}{1 - L} (1 - v(L)) IB_t$ eli $(1 - v(L)) IR_t =$ $v(L) IB_t (1 - v(L))$, jolloin yhtälöstä (2.13) seuraa $(1 - v(L)) IR_t = (1 - v(L)) IR_t$

Oletetaan lisäksi, että pääomahyödykkeiden aiheuttama uusintainvestointien virta jakautuu ajassa geometrisesti (eksponentiaalisesti jatkuvassa tapauksessa). Tämä merkitsee sitä, että uusintainvestointien virta on jokaisena ajankohtana vakiosuhteessa pääomakantaan. Myös muita oletuksia on empiirisissä tutkimuksissa käytetty. Esim. uusintainvestoinnit ovat yhtäsuuret kuin jonakin aikaisempana periodina suoritetut investoinnit. Varsinkin aggregaattitason analyysissa jälkimmäistä oletusta on usein käytetty. Sen empiirinen käyttö edellyttää kuitenkin pääomahyödykkeiden kestoiän (käyttöiän) arvioimista. Voidaan myös olettaa, että uusintainvestoinnit ovat painotettu keskiarvo aikaisemmista investoinneista, jolloin painot on yleensä saatu yksittäisiä pääomahyödykkeitä koskevista kestoiän tutkimuksista (esim. Marston, Winfrey and Hempstead, 1953). Empiirisen aggregaattitason investointifunktion analysoinnin kannalta oletus geometrisesta jakautumasta on yksinkertainen ja analyysia helpottava. Vaikka empiiriset kestoikäkäyrien tutkimukset ovat osoittaneet yksittäisten pääomahyödykkeiden osalta useiden jakautumien mahdollisuuden, geometrisen jakautuman oletukselle on aggregaattitasolla todennäköisyysteoreettinen perusta. Geometrisen jakautuman oletus perustuu ns. uudistumisteorian keskeiseen väittämään, että uusintainvestoinnit ovat asymptoottisesti vakiosuhteessa pääomakantaan riippumatta yksittäisten pääomahyödykkeiden poistojen jakautumasta ja pääomakannan ikäjakautumasta lähtötilanteessa. Oletuksena on tällöin, että pääomakanta kasvaa suhteellisella vakionopeudella ajassa. Tämä oletus on käytännössä useimmiten likimäärin täytetty (PARZEN (1962): s. 180-181, FELLER I (1959): s. 284, GRILICHES (1963): s. 117-125). Tätä asymptoottista tulosta voidaan käyttää uusintainvestointien jakautuman approksimaation perustana; siis jokaisesta pääomahyödykkeestä suoritettavat poistot lähestyvät vähitellen määrää, jonka poistojen geometrinen jakauma toisaalta antaa. Tämän approksimaation testausta ovat suorittaneet Meyer ja Kuh (1966: s. 101-115). Oletus antaa samalla uusintainvestointien ja pääomakannan välisen riippuvuuden. Tämä riippuvuus saadaan seuraavasti: kun uusintainvestoinnit jakautuvat ajassa geometrisesti, niin viivästysoperaattorin potenssisarja v(L) on muotoa:

(2.19) $$v(L) = \delta L + \delta(1-\delta) L^2 + \delta(1-\delta)^2 L^3 + \ldots = \delta \sum_{i=o} (1-\delta)^i L^{i+1}$$

jossa vakio δ osoittaa uusintainvestointien osuutta kannasta. Yhtälö (2.17) saadaan nyt muotoon $(1 - L)\ K_t = (1 - v(L)\ )\ IB_t$ eli $K_t = IB_t + K_{t-1} - v(L)\ IB_t$, jossa $v(L)\ IB_t = IR_t$. Tällöin saadaan yhtälö:

(2.20) $$K_t = IB_t + (1 - \delta)\ K_{t-1}$$

Uusintainvestointien yhtälö on siis

(2.21) $$IR_t = \delta\ K_{t-1}$$

Koska bruttoinvestoinnit ovat netto- ja uusintainvestointien summa, saadaan yhtälö

(2.22) $IB_t = IN_t + IR_t = IN_t + \delta K_{t-1}$

Nettoinvestointien malli ja yhtälö (2.21) yhdistämällä saadaan bruttoinvestointien käyttäytymisyhtälö

(2.23) $IB_t = u(L)\ (K_t^d - K_{t-1}^d) + \delta K_{t-1}$

Luvussa 3 esille tuleva "kapasiteettimuotoinen" akseleraatiomalli voidaan osoittaa mallin (2.23) erikoistapaukseksi. Jos lähtökohtana on yhtälö $IN_t = g\ (K_t^d - K_{t-1})$, niin viivästysfunktio on geometrista jakautumaa noudattava. Oletetaan, että uusien projektien aloitukset eli IS_t tunnetaan. Näiden projektien määräytymisyhtälö oli $K_t^d - K_{t-1} = \frac{1 - L\ u(L)}{1 - L} IS_t$ ja nettoinvestointimalli oli $IN_t = u(L)\ IS_t$. Tästä saadaan yhtälö $IS_t = (1/u(L)\ ) \times IN_t$, jolloin

$$K_t^d - K_{t-1} = \frac{1 - L\ u(L)}{1 - L} \cdot \frac{1}{u(L)} \cdot IN_t,$$ josta voidaan ratkaista IN_t:

(2.24) $IN_t = \frac{(1 - L)\ u(L)}{1 - L\ u(L)} (K_t^d - K_{t-1})$

Kun lukujono $\{u_i\}$ suppenee geometrisesti, saadaan

$$u(L) = \sum_{i=o}^{\infty} (1 - g)^i\ g\ L^i = \frac{g}{1 - (1 - g)L} = \frac{g}{1 - L + gL}$$

Tällöin erotuksen $K_t^d - K_{t-1}$ kerroin on seuraava:

$$\frac{(1 - L)\ u(L)}{1 - L\ u(L)} = \frac{1 - L}{\frac{1}{u(L)} - L} = \frac{1 - L}{\frac{1 - L - gL}{g} - L} = g$$

Siis malli (2.24) saadaan muotoon:

(2.25) $IN_t = g\ (K_t^d - K_{t-1})$

Jäljempänä osoitetaan, että malli (2.25) saadaan myös osittaisen sopeutuksen tai adaptiivisen odotushypoteesin pohjalta (luku 4).

Oletetaan, että viivästysfunktiota u(L) voidaan approksimoida kahdella rationaalisella polynomilla s(L) ja w(L) (ks.

liite I) siten, että $u(L) = \frac{s(L)}{w(L)}$, jossa

$s(L) = s_o + s_1L + \ldots + s_kL^k$ ja $w(L) = w_o + w_1L + \ldots + w_n L^n$

Oletetaan edelleen, että $k = 2$ ja $n = 1$ ja että w_o on normeerattu ykköseksi. Malli (2.23) on tällöin muotoa

$$\text{(2.23ii)} \quad IB_t = \frac{s(L)}{w(L)} (K_t^d - K_{t-1}^d) + \delta K_{t-1} \quad \text{eli}$$

$$w(L)\,(IB_t - \delta K_{t-1}) = s(L)\,(K_t^d - K_{t-1}^d) \quad \text{eli}$$

$$w_o\,(IB_t - \delta K_{t-1}) + w_1L\,(IB_t - \delta K_{t-1}) =$$

$$s_o \Delta K_t^d + s_1L \Delta K_t^d + s_2L^2 \Delta K_t^d$$

Tästä saadaan bruttoinvestoinneille malli

$$\text{(2.23ii)} \quad IB_t = s_o \Delta K_t^d + s_1 \Delta K_{t-1}^d + s_2 \Delta K_{t-2}^d$$

$$- w_1\,(IB_t - \delta K_{t-1}) + \delta K_{t-1},$$

jossa $\Delta K_{t-i}^d = K_{t-i}^d - K_{t-1-i}^d$, $i = 0, 1, 2.$[1]

[1]Ks. liite I. rationaalisista viivästysfunktioista, Liitteet s. 1 - 3.

3. PERUSKEHIKON INVESTOINTITEOREETTINEN SISÄLTÖ

3.1. Uusklassinen investointiteoria

Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti uusklassisen teorian pääpiirteitä, koska pääpaino on tutkimuksen kannalta annetun teorian vertailussa muihin teorioihin ja itse teorian sisältämien oletusten kriittisessä arvioinnissa teoreettisella ja empiirisellä tasolla. Uusklassisen investointiteorian (lähinnä D. JORGENSONIN esittämässä muodossa) pääpiirteet ovat.

Yrityksen investointipäätös johdetaan optimaalisen pääomakannan (K^d) määräytymisestä maksimoimalla yrityksen nykyarvo W. Investointien optimaalinen aikaura määräytyy, kun yrityksen diskontattu nykyarvo saavuttaa annetuin rajoituksin maksiminsa (D. JORGENSON (1967): s. 141 - 142). Investointiteoria perustuu siis täysin uusklassiseen pääomakannan määräytymisen teoriaan (uusklassiseen pääomateoriaan), jolloin investointiteorian yhteys pääomateoriaan on olennainen ja erottamaton osa uusklassista investointimallia. Uusklassisessa pääomateoriassa pääomakannan määräytymisen perusteet ovat: yritys maksimoi nettotulonsa ja tuotantofunktio on rajoittavana ehtona, joka liittää tuotantovirran (Q) työvoiman (L) ja pääomapalvelusten (I) virtoihin. Yritys saa pääomapalveluksia hankkimalla investointihyödykkeitä; pääomapalvelusten virran muutos on suhteessa hankittuihin investointihyödykkeisiin (IN), joista on vähennetty aikaisemmin hankittujen investointihyödykkeiden kuluminen. Ts. oletetaan, että tietyn pääomahyödykkeen antama pääomapalvelusten virta on suhteessa pääomakannan muutokseen ($K - K_{-1}$). Analyysi rajoitetaan lisäksi tuotantoprosessiin, jossa on yksi homogeeninen tuotos Q, yksi muuttuva tuotannontekijä L ja yksi pääomapanos I.

Nettotulojen virta R ajanjaksona t on tällöin.

(3.1) $R_t = p_t Q_t - w_t L_t - q_t I_t$

missä siis

R = yrityksen nettotulot

Q = tuotanto

L = työpanos

I = bruttoinvestoinnit

p = tuotoksen Q yksikköhinta

w = työpanoksen "

q = pääomahyödykkeen hinta

Nettotulo R saadaan siis vähentämällä yrityksen bruttotulosta (pQ) sekä työpanoskustannukset (wL) että suoritetut hankinnat (gI). Yrityksen nettotulojen nykyarvo on tällöin (diskreetissä analyysissa):

(3.2) $$W = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{R_t}{(1+r)^t} \quad , t=o,1,2,...$$

Analyysin yksinkertaistamiseksi on oletettu, että diskonttaustekijä r = vakio. Tutkimuksen empiirisessä osassa sitä käsitellään kuitenkin muuttujana (r_t). Nykyarvo W maksimoidaan rajoituksilla (3.3) ja (3.4):

(3.3) $K_t - K_{t-1} = IN_t = IB_t - \delta K_{t-1}$

(3.4) $F(Q,L,K) = 0$

eli tuotantofunktio F määrää tuotoksen ja työvoiman sekä pääomapalvelusten tason. Rajoitusten oletetaan olevan voimassa jokaisella t:n arvolla. - Oletetaan, että tuotantofunktio on kahdesti differentioituva ja että sillä on positiiviset rajasubstituutiojoustot panosten välillä ja positiiviset rajatuottavuudet molemmille panoksille (JORGENSON (1967): s. 141, ALLEN (1968): s. 41 - 42).

Nykyarvo W voidaan tällöin maksimoida Lagrangen sidotun ääriarvon menetelmällä. Suorittamalla maksimointitehtävä (D. JORGENSON (1967): s. 141 - 142) saadaan tuotantopanosten rajatuottavuudet määrittelevät yhtälöt (työvoiman ja pääomapalvelusten rajatuottavuusehdot):

(3.5) $\frac{\partial Q}{\partial L} = \frac{w}{p} = F_L$; (3.6) $\frac{\partial Q}{\partial K} = \frac{c}{p} = F_K$,

jossa $c = q\ (r + \delta) - \frac{\Delta q}{q}$ on pääomapalvelusten (käyttäjän) hinta (ns. user cost, implicit rental of capital services). Pääomakannan (pääomapanoksen) optimaaliseen aikauraan päästään ehdon (3.6) mukaan silloin, kun tuotoksen osittaisderivaatta pääomakannan suhteen vastaa pääomapanoksen ja tuotoksen hinnan välistä suhdetta. Pääomapanoksen hinnassa c voitaisiin q:n, r:n ja δ :n lisäksi ottaa huomioon myös yrityksen tulojen verokanta ja poistosäännökset (JORGENSON and SIEBERT, (1968): s. 681 - 697). Tutkimuksen empiirisen osan suorittamista silmällä pitäen on c esitetty edellä olevassa muodossa, koska luotettava poistojen käsittely Suomen tehdasteollisuuden tasetilastoista on hankalaa.[1] - Yksinkertaisessa muodossa pääomapalvelusten hinta on siis:

$$c_t = q_t\ (r_t + \delta) - \frac{\Delta q_t}{q_t}$$

jossa q = pääomaesineiden hinta, r = korkokanta, δ = poistokerroin (replacement coefficient) ja ($\Delta q/q$) = pääomaesineiden hinnan muutos (kasvunopeus) eli pääomavoitto- tai tappio. - Erittäin olennaista on se, että relaatioiden (3.5) ja (3.6) oletetaan olevan voimassa jokaisena ajanjaksona tulevaisuudessa. Lisäksi voitaisiin johtaa differentioituvat työpanoksen ja pääomapalvelusten kysyntäfunktiot sekä tuotannon tarjontafunktio, joissa selittävinä muuttujina ovat palkat, pääomapalvelusten hinta ja tuotannon hinta. Siten esimerkik-

---

1 Ks. luku 7.4, jossa c sisältää myös vero- ja poistosäännösten vaikutuksen.

si saadaan K^d:lle implisiittinen yhtälö:

(3.7) $K^d = K^d(p,w,c)$ (JORGENSON (1967): s. 147)

Jotta investointiteoria voitaisiin esittää eksplisiittisessä testattavassa muodossa, on oletettava tietty tuotantofunktion muoto eli oletettava annetuksi kansantalouden teknologia. Oletetaan, että tuotantofunktio on Cobb-Douglas muotoa (JORGENSON (1965): s. 53) eli

(3.8) $Q = A\,K^a\,L^b$ eli

(3.9) $Q = K^a\,L^b$ (ALLEN (1968): s. 49),

jossa $F(K,L) = K^a\,L^n$ siten, että

(3.10) $F(lK,\ lL) = l^{a+b}F(K,L)$

Yhtälössä (3.10) a+b=v on tuotantofunktion homogeenisuuden aste. Jos a+b=1 eli v=1, sanotaan, että (3.10) on lineaarisesti homogeeninen tuotantofunktio. Koska edellä olevassa uusklassisessa teoriassa oletetaan täydellisen kilpailun tilanne, voidaan rajatuottavuusehto (3.6) esittää muodossa:

(3.11) $\frac{\partial Q}{\partial K} = a\,\frac{Q}{K} = \frac{c}{p}$

Jos tuotantofunktio ja muuttuvan panoksen (L) rajatuottavuusehto (3.5) määräävät tuotoksen tason, optimaalinen pääomakanta määräytyy yhtälöllä

(3.12) $K^d = a\,\frac{pQ}{c}$ (JORGENSON (1965): s. 53),

jossa a on tuotannon jousto pääomapalvelusten panoksen suhteen. Yhtälöstä (3.12) päästään investointifunktioon perusmallin (2.23) avulla.

Edellä esitettyyn teoriaan sisältyy varsin paljon rajoittavia oletuksia, joista koostuu teorian perushypoteesi. Näiden oletusten kriittinen tarkastelu esitetään luvussa 7 empiiristen tulosten valossa. Seuraavassa esitetään kuitenkin eräitä keskeisimpiä kohtia. Teorian vaikeimmin käsiteltäviä kohtia on oletus tuotantofunktion muodosta, joka oletus on välttämätön eksplisiittiseen investointifunktioon pääsemiseksi. Toisaalta oletus tuotantofunktion muodosta johtaa eräisiin keskeisiin teorian sisältämiin implikaatioihin, joista saatavien tulosten konsistenttisuutta tarkastellaan luvussa 7 empiiristen tulosten pohjalta.

Teorian perushypoteesin kaksi pitkän aikavälin implikaatiota ovat seuraavat:

(a) $\frac{\partial \log K^d}{\partial \log Q} = 1$ (b) $\frac{\partial \log K^d}{\partial \log (p/c)} = 1$

Siis uusklassisessa teoriassa (CD-funktiolla) oletetaan, että halutun pääomakannan (pitkän ajan tasapainopääomakannan) jousto on sekä tuotannon että suhteellisten hintojen (p/c) suhteen pitkällä aikavälillä ykkönen eli

(a) $E_Q = 1$ ja (b) $E_{p/c} = 1$

Yksikköoletus tuotannon suhteen eli (a) seuraa mistä tahansa ensimmäisen asteen tuotantofunktiosta. Mutta yksikköoletus suhteellisten hintojen suhteen on ratkaiseva, koska se perustuu Cobb-Douglas tuotantofunktion valintaan. Teknologian ollessa esim. CES-tuotantofunktion muotoa, olisi subsituutiojousto ykköstä pienempi ts. perushypoteesi muuttuisi (b):n osalta ratkaisevasti.[1] On väitetty, että CD-funktion valinta on johtanut suhteellisten hintojen ylikorostumiseen investointeihin vaikuttavana tekijänä (J.C.R. ROWLEY (1970): s. 1008).

1 Teknologia sisältyy siis tuotantofunktioon ja määritellään tuotantofunktion termein. Tuotantofunktio ilmaisee, miten panokset aikaansaavat tuotoksen ts. panosten ja tuotoksen "suhteen" ja mitkä ovat panosten mahdolliset keskinäiset suhteet niiden tuottaessa erilaisin yhdistelmin annetun tuotoksen.

Panosten välinen substituutiojousto on CD-funktiossa yksi kaikille panosyhdistelmille ja pääomaintensiteetin asteille. Cobb-Douglas funktion suurin puute lieneekin siinä, että se ei sellaisenaan pysty osoittamaan muutoksia substituutiojoustoissa eikä yleensäkään "salli" muita vaihtoehtoja kuin täyden korvattavuuden vaihtoehdon (NIITAMO (1969): s. 19). - Uusklassisessa teoriassa oletetaan edelleen kaikkien yrittäjien maksimointikäyttäytyminen täydellisen kilpailun vallitessa, josta puuttuvat ulkoiset hyöty- ja/tai haittavaikutukset. Täydellisen kilpailun vallitessa tuotannontekijäin saama reaalinen korvaus määräytyy tämän tuotannontekijän rajatuottavuuden mukaan. Vakiotuottojen lain vallitessa a ja b osoittavat sekä rajatuottavuuden että keskimääräisen tuottavuuden (NIITAMO (1969) s. 8). Voidaan syystä epäillä, että Suomen tehdasteollisuudessa täydellisen kilpailun edellytykset eivät ole täytetyt, koska tuotannontekijäin erottaminen (eroaminen), tuotannontekijäin hinnan määräytyminen, yrittäjän pääsy markkinoille sekä yrittäjän toimintavapaus eivät ole niin joustavia kuin täydellisen kilpailun kriteeriot edellyttävät.

Uusklassisessa teoriassa oletetaan edelleen, että kansantaloudessa on pysyvä täystyöllisyys. Kysynnän ja kapasiteetin käyttöasteen lyhyen ajan vaihtelut eivät ole olennaisia yrittäjän kannalta. Tulevaisuuden teknologiasta sekä tuotteiden ja panosten hinnoista vallitsee täysi tietämys. Ts. jokaisena tulevana ajankohtana nykyarvo W on yksikäsitteisesti määrätty. Lisäksi oletetaan, että uusintainvestoinnit (IR_t) ovat suhteessa pääomakantaan, mikä on seurauksena erään uudistumisprosessin asymptoottisista ominaisuuksista. Uusintainvestointeihin ei vaikuta se,

1 Suomen teollisuudesta on tehty varsin vähän sekä CD- että CES-tuotantofunktiotutkimuksia. CD-tuotantofunktiolla saadut tulokset, joita on enemmän kuin CES-funktiolla tehtyjä, ovat empiirisesti olleet varsin hyviä (ks. Niitamo, Tuomainen ja Willman).

että suhdannevaihtelut yhdessä teknisen kehityksen muutoksen kanssa saattavat muuttaa pääomakannan ikäjakautumaa ja siten vaikuttaa uusintainvestointeihin. Teoriassa on substituutioparametreille asetettu varsin olennainen paino (3.5) ja (3.6). Uusklassisen teorian keskeinen piirre onkin pääoman kysynnän riippuvuus tuotannontekijöiden suhteellisista hinnoista tai tuotannontekijöiden hintojen suhteesta tuotannon hintaan. - Luvussa 7 osoitetaan, että mallista saatavien teoreettisten tulosten verifiointi empiiristen tulosten pohjalta riippuu olennaisesti siitä, mitä oletetaan halutun pääomakannan yhtälön virhetermistä.

Toisaalta on kuitenkin otettava huomioon, että uusklassinen investointiteoria eksplisiittisessä muodossa saadaan vasta, kun mallin viivästysrakenne on spesifioitu. Edelleen juuri viivästysrakenteen tarkalla spesifioinnilla pyritään poistamaan abstraktiin teoriaan sisältyvä täydellisen tietämyksen (varmuuden) oletus. Viivästysfunktioiden mukaan ottaminen tuo kuitenkin uusia ongelmia, joita käsitellään luvuissa 2.2 ja 6. - Yhteenvetona voidaan todeta, että

1) Tuotantofunktion valinta on uusklassisen teorian keskeisimpiä kohtia, mikä samalla implikoi varsin merkittäviä pitkän ajan jousto-oletuksia.
2) Viivästysfunktioiden avulla poistetaan täydellisen tietämyksen (varmuuden) oletuksia. Toisaalta viivästysfunktiot johtavat uusiin ongelmiin, jotka koskevat niiden eksogeenisuuden ja endogeenisuuden ongelmaa.
3) Pääomapalvelusten hintaindeksi c saadaan johdetuksi perushypoteeseista käsin, mutta sille voidaan esittää varsinkin Suomen tehdasteollisuudessa muitakin proksimuuttujia, esim. markkinakorko sellaisenaan.
4) Uusintainvestointien teoria perustuu uudistumisprosessin asymp-

toottisiin ominaisuuksiin, jolloin uusintainvestoinnit eivät riipu ollenkaan suhdannevaihteluista. Niiden voidaan silti ajatella riippuvan esim. teknisestä kehityksestä, sikäli kuin tämä kehitys heijastuu pääomakantamuuttujassa K.

3.2. Akseleraatio- ja voittoteoria sekä odotetun kannattavuuden hypoteesi

3.2.1. Akseleraatioteoria

Akseleraatioperiaatteen lähtökohta on sekä jäykässä että joustavassa muodossaan uusklassista teoriaa motivaatioperustaltaan yksinkertaisempi. Akseleraatioperiaatteessa yrittäjän oletetaan itse asiassa toimivan vain pääomakannan suuruuden kaavamaisena sopeuttajana, kun taas pääomakannan muutoksen suunta ja nopeus määräytyvät tuotannon (kysynnän, tulon) mukaan (EVANS (1969): s. 82).

Akseleraatiomallin joustava muoto on esitetty lukuisilla eri tavoilla (ks. EISNER (1960): s. 8, KOYCK (1954): s. 72, GOODWIN (1951): s. 7, CHENERY (1952): s. 13). Ehkä vakiintuneimmassa joustavassa akseleraatiomallissa (EVANS (1969): s. 85, LINTNER (1967): s. 218) nettoinvestointien oletetaan riippuvan lineaarisesti halutun pääomakannan ja olemassa olevan pääomakannan välisestä erotuksesta, jolloin tuotanto tai sen odotukset määräävät optimaalisen pääomakannan tason. Malli on tällöin muotoa:

$$(3.13)\quad K_t - K_{t-1} = g\ (K_t^d - K_{t-1})$$

$$K_t^d = \alpha\ Q_{t_i}$$

jossa Q_{t_i} voi olla myös tuotannon viivästetty taso ($i = 0, 1, \ldots$).

Malli (3.13) voidaan esittää myös muodossa

$$(3.13)\quad K_t = g \sum_{i=o}^{\infty} (1-g)^i K_{t-i}^d = g \sum_{i=o}^{\infty} (1-g)^i Q_{t-i},$$

$0 < g < 1$

josta saadaan viivästämällä

(3.13)'' $K_{t-1} = \alpha g \sum_{i=o}^{\infty} (1 - g)^i Q_{t-1-i}$

Vähentämällä (3.13)':sta (3.13)''saadaan

(3.13)''' $IN_t = \alpha g \sum_{i=o}^{\infty} (1 - g)^i \Delta Q_{t-i}$

jossa $\Delta Q_{t-i} = Q_{t-i} - Q_{t-1-i}$ (L.M. KOYCK (1954): s. 71-72)

Mallissa (3.13)''' on $\sum_{i=o}^{\infty} a_i = \alpha$ = pääomakerroin, kun

$a_i = g(1 - g)^i \alpha$, i=o, 1, ...

Kerroin g osoittaa nettoinvestointien sopeutuksen nopeuden suhteessa halutun pääomakannan ja (ajanjakson alun) olemassa olevan pääomakannan erotukseen. Kertoimen g arvolla yksi saadaan ns. jäykkä akseleraatiomalli (EVANS (1969): s. 84-85). Mallia (3.13) tai (3.13)''' on myös täydennetty olettamalla, että

(3.14) $K_t^d = \alpha Q_t^e$,

jossa muuttuja Q_t^e kuvaa tuotannon (kysynnän, tulon) odotuksia. Olettamalla, että uusintainvestoinnit (IR_t) ovat vakiosuhteessa (δ) pääomakantaan, saadaan akseleraatiomalli bruttoinvestoinneille:

(3.15) $IB_t = \alpha g Q_t + (\delta - g) K_{t-1}$

Kerroin α on mallissa pääomakerroin (= vakio) tilanteessa, jossa pääomakanta on tuotantoon nähden tasapainossa. Kerroin α kuvaa siis itse asiassa haluttua K/Q-suhdetta. Mallia (3.15) on sanottu myös "kapasiteettimuotoiseksi" akseleraatiomalliksi (EVANS (1969): s. 82, CHENERY (1952): s. 13), koska erotus $K^d - K_{-1}$ kuvaa kunkinhetkistä kapasiteetin yli- tai alikäyttöisyyttä. Todettakoon kuitenkin, että myös mallissa (3.15) teoreettinen perushypoteesi on se, että tuotoksen ja pääomakannan välillä vallitsee vakioinen riippuvuussuhde.

Akseleraatiomallin selittävyyttä on useissa tutkimuksissa pyritty parantamaan sisällyttämällä tuotoksen lisäksi muita tekijöitä - kuten voitot, likvidisyys, korko, rahoituksen saatavuus - eksplisiittisesti itse malliin ja lähinnä suoraan halutun pääomakannan yhtälöön (EISNER (1960): s. 8, KUH (1963): s. 77, MEYER and GLAUBER (1964): s. 78, LINTNER (1967): s. 241). Luvussa 3.4 tarkastellaan joustavaa akseleraatioteoriaa ja rahoituksen saatavuutta ja luvussa 4 johdetaan eksplisiittisesti investointifunktiot joustavalle akseleraatioperiaatteelle, johon sisältyy rahoitusmuuttuja. Todettakoon, että akseleraatiomalli sellaisenaan ts. oletuksella K/Q-suhteen vakioisuudesta on johdettavissa yrityksen teoriasta, mutta yleensä akseleraatiomalleille, jotka on saatu lisäämällä optimaalisen pääomakannan yhtälöön jokin muu tekijä kuin tuotos (tulo), ei ole pystytty esittämään yhtä vankkaa yrityksen mikroteoreettista perustaa kuin uusklassiselle teorialle ja joustavalle akseleraatioteorialle (joka perustuu yksinomaan K/Q-suhteen vakioisuuteen). Tässä yhteydessä voidaan viitata Haavelmon (HAAVELMO (1960): s. 8) käsitykseen akseleraatioteoriasta, jolla on selitetty pääasiassa investointien kysyntää. Haavelmon mukaan kysymyksessä ei ole varsinaisesti investointiteoria, koska akseleraatioperiaate on teoria vaihtoehtoisista halutuista pääomakantojen tasoista. Pitkällä aikavälillä voidaan tosin sanoa, että akseleraatioperiaate on tietynlainen "käyntiin paneva voima" investointidynamiikassa, mutta teoriaan tulisi lisätä olennainen elementti, joka on hypoteesi sopeutuksen nopeudesta eli nettoinvestointien ajoituksesta, jotta se olisi investointien kysyntää ja lyhyen ajan vaihteluja selittävä teoria.

3.2.2. Voittojen ja odotetun kannattavuuden teoria

Investointien voittoteoriat on yleensä spesifioitu joustavan akseleraatiomallin viivästysrakenteen puitteissa, jolloin saadaan siis bruttoinvestoinneille malli:

$$(3.16) \quad IB_t = \alpha_1 g_1 V_t + (\delta - g_1) K_{t-1},$$

jossa siis $K_t^d = \alpha_1 V_t$ ja V_t = voitot tai odotetut voitot. Malli on tulkittu sekä ns. odotusmalliksi että likviditeettimalliksi, ts. voittojen on oletettu indikoivan tulevia voittoja ja siten voitto-odotuksia tai yrityksen omarahoitusasemaa (investointien sisäisen rahoituksen mahdollisuuksia), (JORGENSON and SIEBERT (1968): s. 681-697, EISNER (1960): s. 6-19, EISNER (1964): s. 138-140). Voittojen korkea korrelaatio tuotannon kanssa on kuitenkin tehnyt varsin vaikeaksi verifioida empiirisesti näiden kahden tekijän (V:n ja Q:n) erillinen ja toisistaan riippumaton vaikutus investointeihin.

Lisäksi voidaan yrityksen mikroteoreettiselta perustalta käsin osoittaa, että "voittohypoteesi" ja "akseleraatioperiaate" pohjimmiltaan eivät ole erillisiä ja/tai keskenään ristiriitaisia teorioita, vaan että akseleraatioteoria voidaan formuloida joko tuotanto- tai voittokäsittein. Jos nimittäin yrityksen bruttotulo- ja kustannusfunktiot ovat lineaariset, bruttovoitot (nettovoitto + poistot) ovat lineaarinen funktio tuotannosta (SOMMERS (1949): s. 67-116, ECKAUS (1953): s. 209, KUH (1963): s. 77-78).

Sitä vastoin voidaan osoittaa, että jos pääoman kysyntäfunktio perustuu yrityksen kannattavuuteen tai odotettuun kannattavuuteen, saadaan investointifunktio, joka olennaisesti eroaa akseleraatio- ja voittohypoteeseista (GRUNFELD (1963): s. 226, EISNER (1964): s. 139). Voitot aikaisemmin investoidusta pääomasta voivat jonakin ajanjaksona olla suuretkin, mutta silti yrityksellä voi olla huonot mahdollisuudet uusien tuottavien sijoituskohteiden löytämisessä. Toisaalta yrityksen nykyhetken voitot voivat olla varsin alhaiset ja kuitenkin yrityksen kysyntäodotukset suhteessa olemassa olevaan tuotantokapasiteettiin voivat olla niin optimistiset, että huomattavakin reaalipääoman lisäys näyttää tuottavalta. Investointien, tuotannon ja voittojen korkea korrelaatio ajassa selittyisi ilmeisesti sillä, että voitot ovat joidenkin muiden investointeihin vaikuttavien tekijöiden proksimuuttujia (GRUNFELD (1963): s. 227).

Odotetun kannattavuuden hypoteesi on myös varsin lähellä Keynesin "investointien tulevien tuottojen odotus" -hypoteesia. Keynesin teorian keskeisimpiä kohtia on juuri pääomahyödykkeiden tulevaa tuottoa koskevien odotusten voimakkaiden vaihteluiden vaikutus investointitoimintaan (J.M. KEYNES (1936): s. 148). On kuitenkin korostettava, että Keynes ei esittänyt investointiteoriaansa niin eksplisiittisessä (matemaattisessa) muodossa, että sitä voitaisiin verrata eksaktisti esim. edellä esitettyihin teorioihin. Myöskin "odotetun kannattavuuden" -hypoteesia on vaikea suoranaisesti verrata matemaattisessa muodossa muihin teorioihin, koska "odotetun kannattavuuden" muuttujalle on käytetty lukuisia operationaalisia vastineita. Tässä suhteessa uusklassisen ja akseleraatioteorian huomattava etu on siinä, että näiden teorioiden perushypoteesit tulevat täysin selvästi esille, jolloin teorian "ytimet" voidaan myös empiirisesti testata.

Uusklassisen ja akseleraatioteorian lisäksi on tässä tutkimuksessa analysoitu eräänlaista "odotetun kannattavuuden" -hypoteesia. Odotetun kannattavuuden operationaalisena vastineena on käytetty muuttujaa EP määriteltynä seuraavasti:

$$(3.17)\quad EP = \frac{\text{poistot} + \text{nettovoitto}}{\text{palkat} + \underset{(=\text{ korot})}{\text{pääomakustannukset}}}$$

Muuttujan EP osoittaja on itse asiassa muuttuja, joka mittaa investoidusta pääomasta saatua tuloa, koska poistot ovat yritykselle tuloa investointien rahoituksessa (SAARIO (1969): s. 272, HONKO (1963): s. 121). Kannattavuusmuuttujassa EP tämä bruttotuloa kuvaava muuttuja on suhteutettu tuotannontekijöiden aiheuttamiin menoihin. Muuttuja EP on siis indikaattori "investointien tuottoprosentille". Yhteys uusklassiseen teoriaan havaitaan selvästi, jos merkitään seuraavasti: $R(t)$ = bruttotulot - bruttokustannukset, $W(R,s)$ = nettotulojen nykyarvo, joka riippuu tuloista ja diskonttaustekijästä s (= vakio). Yleensä voidaan olettaa, että $R(t) \geq 0$ jokaisella t:n arvolla $(0 \leq t \leq T)$. Oletetaan, että pääomahyödykkeestä saadaan tuloa T:n periodin ajan. W:n osittaisderivaatat ovat:

$\frac{\partial W}{\partial R}$ ja $\frac{\partial W}{\partial s}$, joista ensimmäinen kuvaa tietyn nettotulovirrassa $R(t)$ tapahtuneen muutoksen vaikutusta. Jos $R(t) \geq 0$ $(0 \leq t \leq T)$ saadaan tulokset $\frac{\partial W}{\partial R} > 0$ ja $\frac{\partial W}{\partial s} < 0$ (ALLEN (1968): s. 63). Oletetaan, että pääomahyödykkeen hinta (kustannus) p_1 on nykyhetkellä annettu. Investointipäätös (ts. pääomahyödykkeen hankintapäätös) riippuu p_1:n suhteesta niiden nettotulojen virtaan, joita W esittää. On siis löydettävä se diskonttauskorko, jolla $W = p_1$. Tätä korkoa sanotaan pääomahyödykkeen tuotoksi r. Se saadaan (jatkuvassa analyysissa) lausekkeesta:

$$(3.18) \quad p_1 = W\,(R,r) = \int_0^T R(t)\, e^{-rt}\, dt$$

Jos $R(t) \geq 0$, niin että $\frac{W\,(R,s)}{s} < 0$, saadaan r:n (tuottoprosentin) arvo yllä olevasta lausekkeesta yksikäsitteisesti määrätyksi (ALLEN (1968): s. 63). Oletetaan, että yrityksellä on investointipäätöstä tehdessään mielessä tietty normaalituottoprosentti r_n. Tavallisesti r_n samaistetaan markkinakoron kanssa; samaistus ei sisälly edellä oleviin oletuksiin, mutta sitä on empiirisissä tutkimuksissa usein käytetty.

Suoritettavassa analyysissa investointien tuottoprosentin (r) indikaattorina (proksimuuttujana) käytetään muuttujaa EP_t, joka siis vaihtelee teollisuudenaloittain.

Uusklassisen ja "odotetun kannattavuuden" hypoteesien olennaisin ero on siinä, että jälkimmäisessä tuotannon (kysynnän, tulon) vaikutus investointitoimintaan tulee vain implisiittisesti esille. Optimaalisen pääomakannan yhtälö on implisiittisessä muodossa tällöin

(3.19) $K^d = K^d\ (Y,\ W,\ r)$

jossa $Y = pQ$. Uusklassisessa teoriassa kaikki muuttujat p, Q, w ja r tulevat eksplisiittisesti huomioon otetuiksi.

Perusmalli on nyt muotoa:

(3.20) $K_t^d = \alpha_2 EP_t$ tai

(3.21) $K_t^d = \alpha_3 EP_t^e$ e = odotettu arvo

Vastaava bruttoinvestointien yhtälö uusintainvestointeja koskevalla oletuksella $IR_t = \delta K_{t-1}$ on

(3.22) $IB_t = \alpha_3 g_3 EP_t^e + (\delta - g_3)\ K_{t-1}$

Investointifunktiota (3.22) voidaan analysoida myös peruskehikon mallilla (2.23). Mallin (3.22) viivästysrakenne osoitettiin luvussa 2.3 itse asiassa yleisemmän viivästysrakenteen erikoistapaukseksi eli osittaisen sopeutuksen mallin tai yhdistetyn sopeutuksen ja adaptiivisen odotushypoteesin malliksi.

3.3. Akseleraatio-, rajatehokkuus- ja uusklassisen teorian vertailua

Verrattaessa uusklassista pääoman kysyntäfunktiota akseleraatiomalliin, joka myös joustavassa muodossaan perustuu viime kädessä vakioiseen K/Q-suhteeseen eli "tekniseen" vakiosuhteeseen pääomakannan ja tuotantovirran välillä, havaitaan näiden kahden teorian painottavan eri tekijöitä reaalipääoman kasvussa. Akseleraatioteorian painopisteen on sanottu olevan kasvuteoreettinen, koska pääomakannan määräytymistä tarkastellaan pääoman laajenemisen kannalta pyrittäessä vastaamaan vakioisen K/Q-suhteen perusteella, miten paljon pääomaa tarvitaan erisuuruisten tuotantokapasiteettien ylläpitämiseksi. Uusklassinen pääomateoria lähestyy pääomakannan vaihtelujen ongelmaa myös pääoman syvenemisen pohjalta, kun siinä tarkastellaan, miten paljon pääomaa kulloinkin käytetään tietyn suuruisen saman tuotannon aikaansaamiseen. Uusklassisen teorian perusoletuksena onkin pidetty pääomakannan ja tuotannon välisen suhteen kasvamista pitkällä aikavälillä. Uusklassisen teorian perusoletuksiin nojautuen ei voida osoittaa K/Q-suhteen pysyvän vakioisena (F. LUTZ (1951): s. 7-8, KALDOR (1951): s. 177-179).

Uusklassisen ja akseleraatioteorian vertailua voidaan eksplisiittisessä muodossa tarkastella olettamalla, että tuotantofunktio on esim. Cobb-Douglas -muotoa. Tällöin tulee myös selvemmin esille, että uudempi pääoma- ja investointiteoria on lähestynyt K/Q-suhteen vakioisuutta ($K_t^d = \alpha Q_t$) aikaisempaa enemmän yrityksen käyttäytymisteoriaan nojautuen. Jos tuotantofunktio on CD-muotoa

(3.23) $Q = A K^a L^b$,

voitonmaksimointiedellytykset täydellisen kilpailun vallitessa ovat tällöin (vrt. nykyarvon maksimointi luvussa 3.1.)

(i) $b = \frac{\partial Q/Q}{\partial L/L} = \frac{L}{Q}\frac{w}{p}$

(ii) $a = \frac{\partial Q/Q}{\partial K/K} = \frac{K}{Q}\frac{c}{p}$,

jossa siis Q:n hintatasoa merkitään p:llä, L:n hintaa w:llä ja pääoman (K) käyttökustannuksia c:llä. Ratkaisemalla yhtälöistä (i) ja (ii) työpanos L, sijoittamalla näin saatu arvo $L = K \frac{c}{w}\frac{b}{a}$ tuotantofunktioon ja ratkaisemalla tästä K saadaan

(3.24) $K = \left[\frac{w}{c}\frac{a}{b}\right]^{\frac{b}{a+b}} \left[\frac{Q}{A}\right]^{\frac{1}{a+b}}$

ja olettamalla edelleen skaalatuotot vakioksi (a + b = 1) saadaan

(3.25) $K = \frac{1}{A} \left(\frac{w\ a}{c\ b}\right)^{b} Q$

Akseleraattori on siis tällöin

(3.26) $\alpha = \frac{1}{A} \left(\frac{w\ a}{c\ b}\right)^{b}$

Edellä esitetyssä muodossa K/Q-suhde on siis vakio, jos tuotannontekijöiden L ja K suhteelliset hinnat (w/c) ovat vakiot. Luvussa 3.1 johdetusta uusklassisen teorian muodosta havaitaan, että vakioiseen K/Q-suhteeseen päästään myös olettamalla vakioksi tuotannon ja pääoman suhteelliset hinnat, koska akseleraatio- ja uusklassinen malli voitiin esittää muodoissa:

Akseleraatiomalli $K_t^d = \alpha \frac{p_t Q_t}{p_t} = \alpha\ Q_t$

Uusklassinen malli $K_t^d = a \frac{p_t Q_t}{c_t} = a \left(\frac{p_t}{c_t}\right) Q_t$

Jos merkitään $J_t = p_t/c_t$, määräytyy optimaalinen pääomakanta uusklassisessa teoriassa J:n ja Q:n (akseleraattoritermi) tulon kautta. Lintner käyttääkin tällaisesta uusklassisesta mallista nimitystä "compound accelerator" (LINTNER (1967): s. 238).

Vaikka akseleraatiomalli näin on voitukin johtaa yrityksen teoriasta, se on luonnollisesti puutteellinen, koska selvitystä ei anneta siitä, että suhteelliset hinnat todellakin pysyvät muuttumattomina. Jos taas suhteelliset hinnat oletetaan joustaviksi ja strategisiksi muuttujiksi sekä tuotannon että panosten suuruutta koskevien päätösten kannalta, pääoman kysyntäfunktio on esitettävä muodossa $K^d = K^d$ (Q, w, c). Vertaamalla täten uusklassista ja akseleraatioteoreettista pääoman kysyntäfunktiota havaitaan, että akseleraatiomallissa oletetaan vakioksi juuri se tekijä, joka uusklassisessa mallissa motivoi pääoman syvenemistä ja tietyissä tapauksissa pääomakannan kasvua tuotannon tasosta riippumatta. Suhteen K/Q vakioisuuteen ei siis riitä yksinomaan oletus tuotantofunktion muodosta, ts. että se on lineaarisesti homogeeninen. Riippuen siitä, onko $a + b = 1$ vai $a + b \neq 1$, saadaan pääomakannan ja tuotannon välille - olettaen suhteelliset hinnat muuttumattomiksi - joko vakioinen lineaarinen tai vakioinen logaritmisesti lineaarinen riippuvuus.

Keynesiläisessä rajatehokkuusajattelussa investointien määrä riippuu korkokannan ja erisuuruista sijoitustoimintaa vastaavan pääoman rajatehokkuussarjan välisestä suhteesta. Pääoman rajatehokkuus taas riippuu pääomapalvelusten hinnan ja sen odotetun tuoton (pääoman tuoton) välisestä suhteesta. Keynesiläisen investointiteorian, joka sinänsä on varsin lähellä uusklassista teoriaa (esim. JORGENSON (1970): s. 225), ydinkohtia onkin näin ollen se, mitkä tekijät määräävät pääomahyödykkeiden odotetun tuoton ja rajatehokkuuden. - Odotetun tuoton määrääviä tekijöitä ovat mm.:

- tunnetut tosiasiat, kuten olemassa oleva pääomakanta ja sen suhde nykyhetken kysyntää (tuotantoon), kysynnän voimakkuus, korkokannan taso jne.
- tulevaisuuden tapahtumat, joita voidaan enemmän tai vähemmän luotettavasti ennakoida: pitkän ajan odotukset kysynnän (tuotannon), pääomahyödykkeiden hintojen ja korkotason suhteen (J.M. KEYNES (1936): s. 178).

Uusklassisen teorian rajatuottavuusehto pääomalle oli $\frac{\partial Q}{\partial K} = \frac{c}{p}$. Tässä ehdossa tulee selvästi esille rajatehokkuusajattelun ja uusklassisen teorian ero, sillä uusklassisessa teoriassa on nimittäjässä tuotannon hinta (ilman odotusaspektia), kun taas rajatehokkuuden määritelmässä nimittäjässä on pääoman odotettu tuotto. Osoittajan eli pääoman kustannusten vertailu on hankalaa, koska rajatehokkuusanalyysi antaa vain eräänlaiset yleiset puitteet (luettelon eri tekijöistä), kun sitä vastoin uusklassisessa teoriassa pääomapalvelusten hinta on esitetty täysin eksplisiittisessä muodossa. Sekä rajatehokkuusanalyysissa että uusklassisessa teoriassa ovat keskeisimmät pääomapalvelusten hintaan vaikuttavat tekijät pääasiassa samoja, mutta niiden painotus (merkitys) ja keskinäinen suhde optimaalisen pääomakannan määrääjinä voivat huomattavastikin erota näissä teorioissa toisistaan.

3.4. Joustava akseleraatioperiaate ja rahoituksen saatavuus

3.4.1. Rahoituksen saatavuus-käsite

3.4.1.1. Tausta ja Suomen institutionaaliset puitteet

Edellä on painopiste ollut rahan sijoittamisen puolella eri investointikohteisiin. Seuraavassa tarkastellaan rahan hanhintaa ja siihen liittyviä ongelmia. Eri investointikohteet edustavat tietyn yrityksen puitteissa rahan kysyntää. Rahan tarjontaa taas edustavat erilaiset rahoitusmahdollisuudet, rahoituksen lähteet. Yrityksillä on investointien rahoittamiseksi tarjolla joukko vaihtoehtoisia rahoitusmuotoja, jotka eivät yleensä ole toisiaan pois sulkevia, vaan useiden samanaikainen hyväksikäyttö saattaa tulla kysymykseen varsinkin teollisuuden normaalisti pitkävaikutteisten investointien osalta. Investointien erilaiset rahoitusmuodot voidaan esittää esim. seuraavasti:

I. Ulkoinen rahoitus
   a. Oman pääoman lisäys
   b. Vieraan pääoman lisäys: lyhytaikainen ja pitkäaikainen vieras pääoma

II. Sisäinen rahoitus (itserahoitus)
   Yrityksessä pidätetyillä voitoilla. Tässä on lähinnä kysymys investointien rahoituksesta tuloilla, ts. sillä osalla tuloja, joka ylittää kokonaistuloista vähennettävät menot. Voittoon ovat rinnastettavissa rahoituksen

kannalta myös poistot, jotka vähennetään tuloista mutta joita ei makseta yrityksestä "ulos". Poiston määrä on siten, kuten yrityksessä pidätetty voittokin, yrityksen investointien rahoituksen käytettävissä.

Seuraavassa rahoituksen saatavuudella tarkoitetaan lähinnä eräänlaista bruttosaatavuutta eli kohtia I. ja II. yhdessä. Luoton saatavuudella (= LS) tarkoitetaan yksinomaan vieraan pääoman saatavuutta. Vastaavasti käytetään lyhennettyjä merkintöjä RS ja LS. Jos merkitään SR = sisäinen rahoitus, niin saadaan LS + SR = RS. Erityisesti on otettava huomioon, että sisäisen rahoituksen muutokset ovat suuressa määrin eksogeenisia lyhyellä aikavälillä. Yritykset eivät voi olennaisesti siihen vaikuttaa, koska SR:n vaihtelut riippuvat ulkomaisesta ja kotimaisesta kysynnästä ja hintojen sekä kustannusten kehityksestä teollisuuden toimialoittain. Tällöin RS on itse asiassa eräänlainen residuaalierä analyysissa. Toisaalta luoton saatavuus (LS) on osa koko rahoituksen saatavuutta (RS). Ilmeisesti LS ja RS korreloivat voimakkaasti keskenään, mutta LS:n vaihtelut eivät samassa määrin dominoi RS:n muutoksia juuri voittojen erittäin voimakkaiden suhdannevaihtelujen johdosta.

USA:ssa kehitetyn rahoituksen saatavuuden teorian keskeisin oletus on se, että valtion vekseleiden korkojen pienilläkin muutoksilla on huomattava vaikutus pankkien (rahalaitosten) luotonantopolitiikkaan. Lisäksi oletetaan luoton tarjonnan ristijouston valtion vekseleiden korkojen suhteen olevan negatiivinen ja kvantitatiivisesti suuri (A. LINDBECK: s. 233). Eräänlaisena yleisoletuksena on, että luoton tarjonnan muutokset vaikuttavat kysyntään enemmän rahoituksen saatavuuden kuin korkojen kautta. Luottokelpoisuuskriteereihin perustuva luottopyyntöjen karsiminen puolestaan säätelee rahoituksen saatavuutta. Tällöin esim. asiakassidonnaisuudella tai luotonantajan halulla säilyttää tietty asiakassuhde on luoton tarjonnan ja kysynnän tasapainottumiseen suurempi merkitys kuin korolla.

Rahoituksen saatavuusajattelu on useimmissa maissa ja myös Suomessa perustunut varsin suuressa määrin yleisiin väittämiin, että rahoituksen saatavuus vaikuttaa kokonaiskysyntään (erityisesti investointeihin) enemmän kuin korkotaso tai sen muutokset. Näille molemmille rahoituksen saatavuusargumenteille on yhteistä korostaa rahapoliittisten toimenpiteiden vaikutusta ensisijaisesti lainantarjoajien (lainanantajien) käyttäytymiseen (ts. lainanantopolitiikkaan) eikä suoranaisesti lainankysyjien (luotonkysyjien) käyttäytymiseen.

3.4.1.2. Rahoituksen saatavuus lainantarjoajien kannalta

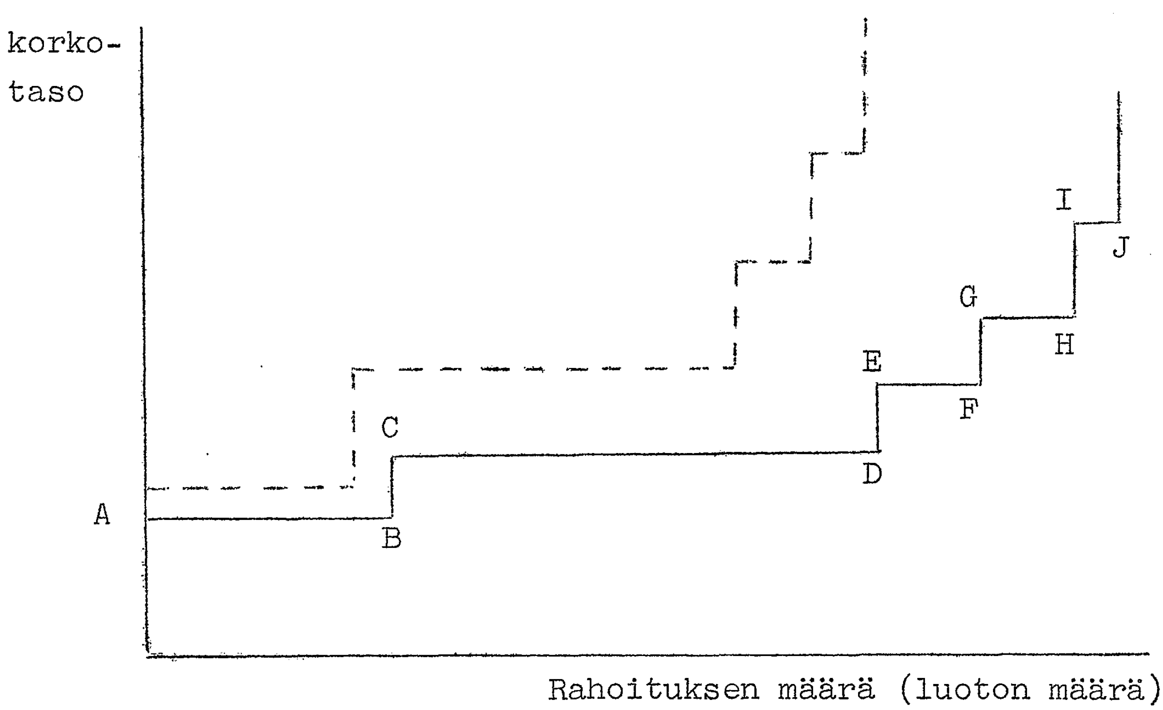
Rahoituksen saatavuuden ongelmaa voidaan tarkastella seuraavasta oletuksesta käsin: luottokelpoisen luoton kysynnän ja tarjonnan tasapainottaa luotonkarsinta eikä luoton hinta (korko). Tutkimusperiodilla luottokelpoinen luotonkysyntä on ollut tarjontaa suurempi eräitä lyhyitä kausia lukuun ottamatta (esim. 1957-58).

Periaatteessa luoton saatavuuden (LS) rajoitukset merkitsevät sitä, että korkotaso ei paljoa vaihtele, mikä yleensä johtuu institutionaalisista tekijöistä. Lisäksi saatavuusaspekti voi olla korkovaikutusta suurempi luotontarjoajien ja luotonkysyjien välisen suhteen (riippuvuuden) johdosta. Suomen oloissa tilanne on ollut lähinnä se, että luoton saatavuuden suhteen on ollut määrällisiä rajoituksia ja lisäksi Suomen rahoitusmarkkinoille ja erityisesti pankeille on koko tutkimusajanjakson (1948-1970) ollut luonteenomaista sovellettujen korkojen jäykkyys. Tämän vuoksi on ilmeistä, että luotonannon mahduttaminen rahoitusmahdollisuuksien puitteisiin on tapahtunut ainakin osaksi luottohakemusten karsinnan kautta (PUNTILA: s. 94), jolloin luotonantajat ovat siis joutuneet tasapainottamaan kysynnän ja tarjonnan kiristämällä kuoletusehtoja tai luottokelpoisuusvaatimuksia tahi käyttämällä muita luotonkarsintakriteerejä.

3.4.1.3. Rahoituksen saatavuus lainankysyjän kannalta

Analysoitaessa rahoituksen saatavuutta rahan kysyjän kannalta on otettava huomioon, että kysyjällä on normaalisti (myös Suomen oloissa) useita vaihtoehtoisia rahoituslähteitä, joiden hinnat vaihtelevat. Rahoituksen saatavuuden ja korkoefektin keskinäinen riippuvuus tulee tällöin ratkaisevaksi.

Koron ja rahoituksen saatavuuden (tai LS:n) ongelma, tarkasteltuna luotonkysyjän kannalta, voidaan esittää kasvavan rahoituksen tarjontakäyrän avulla (LINDBECK (1963): s. 243).[1]



[1] Assar Lindbeck, A Study in Monetary Analysis, Uppsala 1963.

Kuviossa yhtenäisen käyrän (———) horisontaaliset tasot (pituudet) ovat eri rahoituksen lähteitä järjestettynä korkotason nousun suhteen. Suomen oloissa pitkä horisontaalinen viiva CD kuvaisi ulkoisen rahoituksen ja nimenomaan luoton määrää (LS), joka siis dominoi rahoituksen saatavuutta. Tällöin luoton saatavuuden (LS) muutokset näkyvät käyrän CD lyhenemisenä tai pitenemisenä. Horisontaalinen osa AB voisi kuvata esim. valtion suoria luottoja joko valtion teollisille yrityksille tai teollisuuden kehitysalueluottoja. Edelleen lyhyemmät käyrän osat EF ja GH voisivat kuvata luoton saatavuutta teollisuusinvestointien rahoitukseen omista pääomista ja vakuutuslaitoksista tai ulkomaisista rahoituslähteistä. Käyrän epäjatkuvat vertikaaliset osat ottavat huomioon, että tietystä rahoituslähteestä saatavalle luotolle normaalisti on olemassa kiinteä joskin vaihteleva yläraja. Kuvion muodossa esitetyn mallin perusoletus on, että luotonkysyjällä (rahoituksen kysyjällä) normaalisti on useita vaihtoehtoisia investointien rahoitusmuotoja, jotka voidaan järjestää korkotason nousun mukaan. Malli selventänee siksi koron ja rahoituksen saatavuuden vaikutusten välistä riippuvuutta. Oletetaan esimerkiksi, että rahapolitiikan kiristyminen aiheuttaa korkotasoihin muutoksia, jotka kuviossa näkyvät eri rahoituslähteiden vertikaalisina muutoksina, kun taas rahoituksen saatavuuden rajoitukset (muutokset) näkyvät käyrien vaakasuoran osan lyhenemisenä (eri lähteistä). Uutta tilannetta kuvaa katkoviivalla esitetty rahoituksen tarjontakäyrä. Kuvion muodossa esitetty malli osoittaa selvästi, että on aiheellista tarkastella rahoituksen saatavuuden muutoksia erillään korosta vain tietyn rahoituslähteen osalta. Korkokannan muutoksen vaikutukset on kuitenkin otettava huomioon, jos luotonkysyjällä on mahdollisuus siirtyä tietyn rahoitusmuodon käytöstä toisen muodon käyttöön. Jos siis tarkastellaan koko rahoituksen tarjontakäyrää, ei voida lähteä siitä, että luotonkysyjältä pois suljetaan rahoitus ainoastaan luoton saatavuuden rajoitusten eikä ollenkaan koron vuoksi. Korkotason ja rahoituksen saatavuuden vaikutuksia on näin ollen analysoitava simultaanisesti. Ainoastaan tarkasteltaessa tiettyä rahoituskanavaa voidaan koron ja luoton saatavuuden muutosten vaikutukset (investointitoimintaan) pitää erillään toisistaan. Suomen oloissa lainarahoituksesta on suuri osa ollut lyhytaikaisia lainoja, joiden kustannus on suurempi kuin pitkäaikaisten lainojen kustannus. Tällöin lyhytaikaiset lainat, joita on myös käytetty teollisuuden pitkävaikutteisten investointien rahoitukseen, ovat osaksi voineet korvata koron vaikutukset ja tavallaan siten tuoneet korkoefektin analyysiin mukaan.

Jos eri rahoitusmuodot ovat kuitenkin yrittäjän luotonkysynnän (rahoituksen kysynnän) preferenssifunktiossa erillisinä argumentteina eri rahoitusmuotojen preferenssiaseman vaihdellessa, voidaan korko ja RS selvemmin erottaa toisistaan myös silloin, kun analysoidaan koko rahoituksen tarjontakäyrää. (LINDBECK: s. 244 ja s. 81-87)

Suomen oloissa on varsin mahdollista, että ulkoisen rahoituksen (nimenomaan vieraan pääoman muodossa) saatavuuden vaikeutuessa yritys joutuisi siirtymään niin korkean kustannustason rahoituskanavan (oman pääoman tai sisäisen rahoituksen) käyttöön, että siirtymismahdollisuutta voidaan pitää epärealistisena. Siirtyminen merkitsisi joko oman pääoman ja/tai sisäisen rahoituksen suhteellisen osuuden kasvua investointien kokonaisrahoituksessa. Lisäksi on otettava huomioon, että sisäisen rahoituksen osuuden lisääminen rahoitusmarkkinoiden kiristyessä ei ehkä ole yrityksen itsensä aktiivisesti säädeltävissä, koska sisäisen rahoituksen ja rahoitusmarkkinoiden kehityksen välillä on yhteyttä. Sisäisen rahoituksen ja luoton saatavuuden yhteys riippuu lähinnä voittojen voimakkaasta suhdannevaihtelusta. Noususuhdanteessa maksutase normaalisti paranee (valuuttavaranto kasvaa), jolloin rahoitusmarkkinat kevenevät. Samaan aikaan varsinkin vientiteollisuuden voitot kasvavat runsaasti. Siirryttäessä nousukauden huipulta laskukaudelle valuuttavaranto yleensä laskee ja rahoitusmarkkinat kiristyvät ja samaan aikaan vientiteollisuuden voitot pienenevät tai niiden kasvunopeus hidastuu tuntuvasti.

Yrityksen rahoituksen kustannukset riippuvat siitä, millaista rahoitusvaihtoehtoa käytetään ja kuinka paljon kunkin rahoitusvaihtoehdon osuus investointien kokonaisrahoituksesta on. Nimenomaan silloin, kun Suomen oloissa verot otetaan huomioon, on investointilaskelmia kaavamaisesti soveltaen osoitettavissa, että vieras pääoma on selvästi edullisempaa kuin oma pääoma. Tästä ei voida kuitenkaan vetää johtopäätöstä, että vieraan pääoman (lainat) suhteellisen osuuden lisääminen jatkuvasti alentaisi rahoituksen kustannuksia. On myös otettava huomioon, että yrityksen rahoitusrakenne sinänsä vaikuttaa oman pääoman kustannuksiin. Tällöin vieraan pääoman osuuden kasvu on omiaan lisäämään yrityksen (ja sen oman pääoman) omistamisen riskiä ja siten nostamaan oman pääoman kustannuksia, koska riksi on koron ohella osa rahoituksen kustannuksista (MILLER and MODIGLIANI (1958): s. 261-265, LINTNER (1967): s. 223-225).

Toisaalta otettaessa huomioon yhdessä verojen ja inflaation vaikutus rahoituksen kustannuksiin tilanne muuttuu selvästi. Kun rahoitus tapahtuu lisäämällä omaa pääomaa tai yrityksessä pidätettyjen voittojen avulla, seuraavat rahoituksen kustannukset ilmeisesti ainakin jossakin määrin inflaation mukana. Sen sijaan silloin, kun investoinnit rahoitetaan lainoin (LS), joissa ei ole indeksisidonnaisuutta, takaisin maksettavan pääoman määrä perustuu puhtaasti nimellisiin markkoihin eikä siten seuraa inflaation kehitystä. Inflaatio saattaa tosin vaikuttaa lainojen korkoon, mutta tutkimusperiodilla 1948-1970 ei tämäkään vaikutus ole todennäköisesti ollut suuri.

Suomessa LS:n ja toisaalta koron muutosten vaikutuksia voidaan täten tarkastella erillään toisistaan ottaen huomioon koko rahoituksen tarjontakäyrän. Lisäksi on myös ilmeistä, että oman pääoman ja itserahoituksen mahdollisuudet ja kustannukset seuraavat suhteellisen kiinteästi luoton saatavuuden muutoksia, jolloin LS käytännössä ottaa välillisesti huomioon koko rahoituksen saatavuudessa tapahtuvat muutokset. LS:n ja RS:n välinen korrelaatio on korkea, mutta silti LS:n muutokset eivät välttämättä dominoi RS:n muutoksia, koska voittojen muutokset ovat olleet erittäin suuria. Eri rahoitusmuotojen erilainen paino yrityksen preferenssifunktiossa johtuu myös osaksi siitä, että institutionaaliset olosuhteet sinänsä ovat esteenä ainakin huomattavalle oman pääoman suhteellisen osuuden lisäämiselle investointien kokonaisrahoituksesta. Tämä on myös eräänä keskeisenä syynä lainapääomiin kohdistuvalle voimakkaalle kysynnälle.

3.4.1.4. Rahoituksen saatavuuden vaikutuskanavat

Edellä oletettiin, että rahapolitiikan muutokset vaikuttavat investointeihin toisaalta lainanantajien päätöksiin toisaalta yrittäjien päätöksiin kohdistuvan vaikutuksen kautta. Siis tehtiin eksplisiittinen ero rahapolitiikan vaikutuksissa lainanantajien käyttäytymiseen ja lähinnä niiden vaikutusten kautta lainankysyjien käyttäytymiseen. Lisäksi tultiin siihen tulokseen, että Suomen oloissa rahoituksen saatavuutta dominoivat LS:n ja voittojen muutokset, joiden välinen korrelaatio on varsin korkea. Seuraavassa tarkastellaan lähemmin näiden eri vaikutusten ilmenemismuotoa funktionaalisella tasolla.

Rahapolitiikan erilaiset vaikutukset ja tässä yhteydessä nimenomaan RS-muuttujien vaikutusmuodot investointeihin voitaneen jakaa seuraavaan kolmeen pääryhmään:

1) Välittömät vaikutukset

2) Välilliset vaikutukset: yrittäjän taloudellista kehitystä koskevien odotusten kautta

3) Välilliset vaikutukset odotustekijöiden kautta: luotontarjoajien lainanantomahdollisuuksia koskevat odotukset

1) Välittömät vaikutukset luoton saatavuuteen ja sen kustannuksiin, joiden vaikutuksia tietyissä institutionaalisissa oloissa voidaan tarkastella toisistaan erillään. Suomen oloissa tämä merkitsee sitä, että keskuspankkivelan kiintiöiden ja kustannusten oletetaan vaikuttavan pankkien halukkuuteen käyttää keskuspankkirahoitusta luotonantonsa perustana. Liikepankkien keskuspankkivelan säätelyn oletetaan välittyvän investointitoimintaan pääasiassa liikepankkien oman ja säästö- ja osuuspankkien osalta niiden keskusrahalaitosten luotonantopolitiikan muutosten kautta. Seuraavassa luvussa tarkastellaan lähemmin RS:n vaikutusta optimaalisen pääomakannan määräytymiseen ja siten yritysten investointisuunnitelmiin ja edelleen pankkiluottojen kysyntään. Eräänä oletuksena on tällöin, että keskuspankkivelan ehtojen muutokset vaikuttavat yritysten tulevaa taloudellista kehitystä tai suoraan luottorahoituksen saatavuutta koskeviin odotuksiin.

Pankkien luotonantopolitiikan kautta välittyvät vaikutukset tuntuvat ensi vaiheessa pankkien ja yritysten käymissä luottoneuvotteluissa. Tätä kautta olisi mahdollista lähteä myöhemmin esitettävästä hypoteesista I eli siitä, että LS vaikuttaa suoraan ja välittömästi K^d:hen. Jos lainantarjoajat pitävät kiinni jo annetuista (sitovista) luottolupauksista, niin luotonsäännöstelytoimenpiteiden vaikutus investointisuunnitelmiin viivästyy. Ts. luotonantopolitiikan muutoksen vaikutus tuntuu vasta, kun rahapoliittisten toimenpiteiden jälkeisten luottoneuvottelujen kohteena olleet projektit saavuttavat toteutumisvaiheensa.

2) Välilliset vaikutukset: rahapolitiikan muutos vaikuttaa yrittäjien asenteisiin ja erityisesti tulevaisuuden odotuksiin kysynnän, tulojen, hintojen, investointihyödykkeiden tarjonnan ym. tekijöiden suhteen, joilla on vaikutusta yrittäjien investointipäätöksiin. Sekä välittömän että välillisen vaikutuksen suunnan ja suuruuden voitaneen olettaa riippuvan suhdannetilanteesta ja vaihtelevan teollisuuden aloittain.

3) Välilliset vaikutukset luoton saatavuuden (tai RS:n) odotuksiin (vaikutukset tulevan luotonantopolitiikan mahdollisuuksiin):

Jos rahapoliittisten toimenpiteiden vaikutukset tulevat yrittäjien luoton saatavuutta koskevien odotusten kautta, ne tuntuvat aluksi vain investointisuunnitelmissa, jotka laaditaan rahoituksen saatavuudessa tapahtuneen muutoksen jälkeen. Vaikutukset näkyvät investointitoiminnassa näin ollen, vasta kun tällaiset investointisuunnitelmat ovat toteuttamisvaiheessa. Olennaista on tällöin investointifunktion analysoinnin kannalta se, selitetäänkö jo toteutuneita investointeja vai investointisuunnitelmia (haluttuja investointeja). Koska empiirisesti on mahdollista analysoida vain toteutuneita investointeja (ts. niihin vaikuttaneita tekijöitä), ei rahoituksen saatavuusmuuttujien (tai LS:n) todellista vaikutuskanavaa saada testatuksi eri vaikutuskomponenttien osalta, vaan saadaan ainoastaan eräänlainen RS-muuttujien (RS = LS + SR) bruttovaikutus ja sen viivästysrakenne kokonaisuudessaan. Viivästysrakenne puolestaan syntyy juuri kaikkien kolmen eri vaikutustavan keskinäisen riippuvuuden kautta. Siis sekä pankkien luotonantopolitiikan että yritysten eri tekijöiden tulevaisuuden odotusten kautta tulevat vaikutukset tuntuvat investointitoiminnassa vasta viivästyksen jälkeen. Viivästysrakenne sinänsä voi olla erityyppisissä investoinneissa hyvinkin erilainen. Vaikutusviivästyksen todellinen muoto ja keskimääräinen pituus riippuu siitä, missä määrin luottoneuvottelut ja/tai hankintojen sitova suunnittelu edeltävät suunnitelmien toteuttamista.

Jos oletetaan, että investointien rahoituksen pitäisi sekä määrällisesti että ajallisesti myötäillä rahan tarvetta, niin periaatteessa rahoituksen tulisi silloin tapahtua käyttäen sellaisia rahoituksen lähteitä, että rahan takaisinmaksu pääpiirteittäin seuraa investoinnista saatavaksi odotettua tuloa. Tämä oletus ilmaisee rahan tarpeen ja sen tyydyttämisen (rahoituksen) välisen riippuvuuden rahoituksen lajin, määrän ja ajallisen jakaantumisen osalta. Periaate merkitsee Suomessa esim. juuri teollisuuden keskimäärin pitkävaikutteisten investointien osalta sitä, että niiden rahoitus tulisi suorittaa pitkäaikaisin lainoin tai omin pääomin. Muutoin on tarjolla vaara, että rahoituksen aiheuttamat kassastamaksut olisi suoritettava ajassa tuntuvasti aikaisemmin kuin investoinnista saadaan tuloa. Tämä oletus korostaa RS-muuttujien viivästysrakenteen selvittämisen tärkeyttä yhdessä kysynnän (tuotannon) odotusten kanssa (eli RS^e/Q^e) sekä luoton saatavuuden osalta.

3.4.2. Rahoituksen saatavuuden vaikutus optimaaliseen pääomakantaan

Oletetaan, että investointifunktio on muotoa (3.27) eli kapasiteettimuotoinen joustava akseleraatiomalli. Tämän perusmallin puitteissa analysoidaan myöhemmin empiirisesti RS (LS) muuttujien vaikutusta investointitoimintaan.

$$(3.27)\quad K_t^d = \alpha\, Q_t^e$$

$$IB_t = g\,(\alpha\, Q_t^e - K_{t-1}) + \delta\, K_{t-1}$$

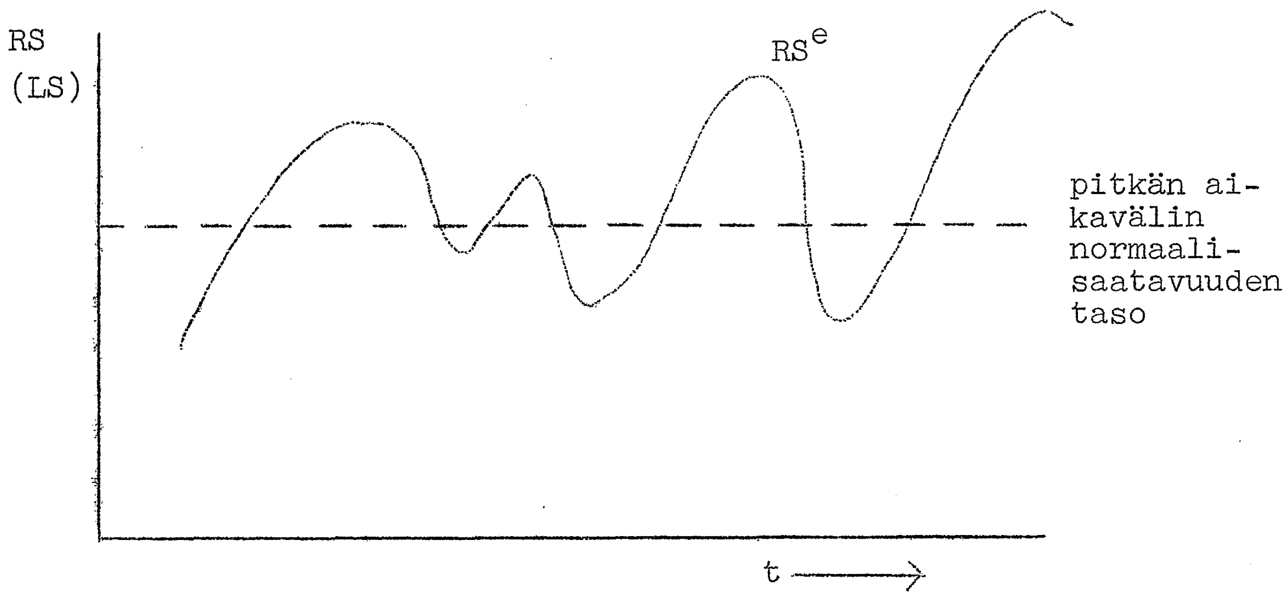
$$= g\alpha\, Q_t^e + (\delta - g)\, K_{t-1}$$

Tarkastellaan aluksi hypoteesia, että RS vaikuttaa välittömästi optimaaliseen pääomakantaan, joka on seuraavassa hypoteesi I. Vaikutus voisi olla esim. lineaarinen: $K_t^d = \alpha\, Q_t^e + \beta\, RS_{t_i}$. Peruskysymys, joka joudutaan olettamaan, on, selittääkö malli (3.27) toteutuneita investointeja vai periodilla t toteutettavaksi suunniteltuja (haluttuja) investointeja. Yritykselle erotus $(K_t^d - K_{t-1})$ eli kapasiteetin lisäämistarve kysynnän (tuotannon) odotetun kehityksen valossa voi olla suurempi kuin suunnitellut investoinnit $(I_t^p(t-1))$,[1] jos rahoituksen saatavuus on vaikeutunut jo suunnitelmien kartoittamisvaiheessa, jolloin suunnitelmat eivät ole esim. rahoitusjärjestelyjen suhteen vielä kiinni lyödyt. Toisaalta myös rahoitusmarkkinoiden kiristyminen voi heijastua yrittäjien luotonsaatavuusodotuksissa, jolloin suunnitellut investoinnit $I_t^p\,(t-1)$ voivat olla pienemmät kuin erotus $K_t^d - K_{t-1} = I_t^d$, koska ainakin suuret investointiprojektit usein edellyttävät liitännäis- ja jatkoinvestointeja, joiden ajoittaminen tietylle periodille voi rahoitussyistä olla tällöin vaikeaa. Lisäksi on mahdollista, että yrittäjä (investoija) näkee rahoituksen saatavuu-

---

1 $I_t^p(t-1)$ = periodilla t-1 suunnitellut investoinnit periodille t.

den vaikeutumisen Suomen oloissa ennen kaikkea pidentyvinä luottoneuvotteluina tai mahdollisuutena saada vain osa projektin edellyttämästä rahoituksesta halutusta rahoituslähteestä. Tällöin projektin toteuttaminen määrällä (K_t^d - K_{t-1}) ei ehkä olisikaan muuttuneen kysynnän odotusten kehityksen pohjalta myöhemmin kannattavaa. Ts. haluttu pääomakanta (tasapainokanta) K_t^d muuttuu kysynnän odotusten muutoksen johdosta. Voitaneen olettaa, että tietyn periodin t haluttu pääomakannan taso K_t^d määräytyy ensi sijassa pitkän aikavälin kysynnän (tuotannon) odotusten vaikutuksesta, jolloin kuitenkin pitemmän aikavälin optimaalisen pääomakannan K_t^d (P) ympärillä esiintyy variaatiota, joka koskee sitä erotuksen (K_t^d(P)-K_{t-1}) osuutta g, joka nähdään optimaaliseksi toteuttaa periodilla t. Analyysissa olisi itse asiassa tehtävä eksplisiittisesti ero lyhyen ja pitkän ajan optimaalisen pääomakannan (short and long term equilibrium values, ks. FRIEDMAN (1971): s. 48-49, 53-55 ja LINTNER (1967): s. 228) välillä tietyllä periodilla t (K_t^d(P), K_t^d(L)). Voitaneen olettaa, että K_t^d(P):n ja K_t^d(L):n välillä vallitsee varsin voimakas riippuvuus ja että K_t^d (L) = f (K_t^d(P), D_{it}), i = 1, 2, ...), jossa D_{it}:t ovat suhdannekehitystä kuvaavia muuttujia. Lähtökohtana voisi olla oletus pitkällä aikavälillä vakioisesta luoton saatavuudesta (normaalisaatavuuden hypoteesi), jonka ympärillä olevat vaihtelut ovat suhdanneluonteisia ja sisältävät rahapolitiikan välittömät, välilliset ja odotusvaikutukset. Lähinnä devalvaatioiden johdosta vaihtelu vakiosaatavuuden ympärillä on saattanut myös muuttua varsin suuresti ja olla siten epästabiili luonteeltaan. Kuvion muodossa:



Suomen oloissa $K_t^d(L)$:n poikkeama saman periodin $K_t^d(P)$:stä voisi ainakin osaksi johtua rahoitustilanteesta, joka on tiedossa periodin t investointeja suunniteltaessa, tai rahoituksen saatavuuden odotuksista. Lisäksi $K_t^d(L)$:n poikkeamiseen $K_t^d(P)$:stä voi vaikuttaa rahoituksen saatavuuden vaikeutumiseen tietystä rahoituslähteestä liittyvä kustannusefekti. Vaikka ulkoisen rahoituksen saatavuus vaikeutuisi, yrityksen olisi ehkä mahdollista teoriassa lisätä sisäisen rahoituksen osuutta kokonaisrahoituksesta. Käytännössä sisäisen rahoituksen osuuden merkittävät muutokset ovat kuitenkin yrityksestä itsestään riippumattomia, ts. yritys ei voi siihen itse aktiivisesti vaikuttaa, koska ne riippuvat olennaisesti tietyn alan kysynnän, hintojen ja kustannusten kehityksestä, jotka voitaneen olettaa yritykselle annetuiksi. Sisäisen rahoituksen käytön suhteellisen osuuden lisäämiseen kokonaisrahoituksesta voi vaikuttaa myös yrityksen oman kannattavuuden odotettu kehitys ja ehkä varsin voimakas tottumus käyttää pitkäaikaisten investointien rahoitukseen tiettyä rahoituskanavaa (ulkoista rahoitusta lainoin). Aikaisemmin jo todettiin, että Suomen aloissa mahdollisuudet siirtyä yhden rahoituskanavan käytöstä jonkin toisen käyttöön ovat suhteellisen rajoitetut, jolloin lähinnä ulkoisen rahoituksen saatavuuden lainojen muodossa vaikeutuessa mahdollisuus siirtyä kasvavassa määrin sisäisen rahoituksen käyttöön on varsin vähäinen eikä ole lyhyellä aikavälillä yrityksen itsensä aktiivisesti päätettävissä. Lisäksi ulkoisen rahoituksen saatavuuden vaikeutumisella voi olla kerrannaisvaikutuksia myös sisäisen rahoituksen käyttämisen vaikeutumiseen.

Edellä olevan johdosta voitaisiin lähteä oletuksesta, että RS vaikuttaa vain erotuksen $(K_t^d - K_{t-1})$ toteuttamisen ajoitukseen eri periodeille. Olkoon tämä hypoteesi II. eli toinen ääritapaus. Tällöin oletetaan, että optimaalinen pääomakanta määräytyy esim. kysynnän odotetun kehityksen ja muiden ei-rahoitustekijöiden vaikutuksesta. Esim. $K_t^d = \alpha\ Q_t^e + \beta_i\ D_{ti}$, $i = 1, 2, \ldots$ Lisäksi oletetaan, että vaikka yrityksellä olisi jo tiedossa rahoituksen saatavuuden vaikeutuminen tai tietyt odotukset rahoituksen saatavuuden vaikeutumisesta tulevaisuudessa projektin arvioidun toteuttamisperiodin aikana, niin optimaaliseen pääomakantaan K_t^d rahoituksen saatavuuden kehitys ei vaikuta. Siis lyhyen ja pitkän ajan optimaalisen pääomakannan eroa ei eksplisiittisesti oleteta. Näin ollen $K_t^d(P) = K_t^d(L) = K_t^d$ ja K_t^d ei riipu rahoituksen saatavuuden toteutuneesta eikä odotetusta kehityksestä. Toteutuneet investoinnit I_t voivat olla kuitenkin erisuuret kuin halutut (suunnitellut) investoinnit I_t^d, jossa $I_t^d = K_t^d - K_{t-1}$. Rahoituksen saatavuudessa tapahtuvat muutokset voivat tällöin vaikuttaa vain haluttujen investointien toteuttamisen aikauraan (ajoitukseen eri periodeille). Siis $K_t^d - K_{t-1} = f_1\ (RS_t, D_{ti})$, $i = 1, 2, \ldots$ Erityisesti rahoituksen saatavuuden vaikeutuessa I_t voi olla pienempi kuin I_t^d, mutta silti $K_t^{d'}\ (I_t^d)$ ei ole muuttunut, vaan erotus $I_t^d - I_t$ toteutetaan kokonaisuudessaan myöhempinä periodeina $t + 1$, $t + 2$, ... Hypoteesi II. sisältää siis implisiittisesti myös oletuksen, että erotus $I_t^d - I_t$ toteutetaan, vaikka rahoituksen saatavuuden kehityksen johdosta toteuttaminen kestäisi suunniteltua kauemmin ja vaikka kysynnän odotukset voivat olennaisesti muuttua periodeina t + 1, t + 2, ...

Jo edellisessä luvussa esitettyjen näkökohtien perusteella molemmat hypoteesit ovat mahdollisia ja todennäköisiäkin ja niiden erilleen identifiointi on teoreettisestikin vaikeaa, koska suunniteltuja investointeja sekä haluttuja investointeja ei voida olettaa toisistaan riippumattomiksi. Toisaalta rahoituksen saatavuuden kehityksellä on olennainen vaikutus suunniteltuihin investointeihin niiden rahoituksen järjestämisen kautta. Tästä seuraa, että rahoituksen saatavuuden kehityksellä on ainakin välillinen vaikutus I_t^d:hen ja siten periodin t optimaaliseen pääomakantaan.

Jos rahoituksen saatavuuden vaikutuksia tarkastellaan sen eri muodoissa (vrt. luku 3.4.1.4.), niin välitön kustannusvaikutus ja välilliset odotusvaikutukset tukevat hypoteesia, että RS vaikuttaa suoraan K_t^d:hen. Jos RS määritellään pelkästään rajoittavaksi ehdoksi, sen vaikutus tuntuu vain I_t^d:n poikkeamisessa I_t:stä. Toisaalta aikaisemmin on oletettu, että rahoituksen saatavuutta ei voida käsittää pelkästään rajoittavaksi ehdoksi, vaan sillä on myös kustannus- ja odotusvaikutuksia, joiden kautta se vaikuttaa I_t^d:hen ja siten K_t^d:hen.

3.4.3. Rahoituksen saatavuusmuuttujien operationaaliset vastineet

Rahoituksen saatavuuden operationaalista vastinetta määriteltäessä on edellä olevan analyysin perusteella lähdetty siitä, että luottojen liikakysyntätilanteessa pankeilla on mahdollisuus käyttää luoton myöntämistä sinänsä toimintaparametrina. Luottokelpoisen luotonkysynnän korkojousto oletetaan siis varsin pieneksi eikä korko ainakaan määrätyissä rajoissa liikkuessaan luo tasapainoa luottokelpoisen kysynnän ja antolainausmahdollisuuksien välille. Pankkiluottomarkkinoilla ei hinnanmuodostus toisin sanoen näyttele sitä osaa, mikä korolle klassisen käsityksen mukaan annetaan anglosaksisessa kirjallisuudessa. Luottokelpoisuusvaatimukset sen sijaan määräävät sen äärirajan, johon rahalaitos on valmis luottoa myöntämään. Jos antolainausmahdollisuudet ovat tätä rajaa pienemmät, luonnehtivat tilannetta luottokelpoinen liikakysyntä ja luotonannon säännöstely; jos luotonantomahdollisuudet taas ylittävät tämän rajan, muodostuu rahalaitoksille luotonantomahdollisuuksia "odottavia ylijäämäkassoja" (LASSILA: s. 95). Tällöin voidaan olettaa, että esimerkiksi keskuspankkirahan määrän kasvu lisää investointeja siitä syystä, että se parantaa rahalaitosten antolainausmahdollisuuksia koron pysyessä muuttumattomana, eikä siitä syystä, että se olisi alentanut korkotasoa.

Kun hinta (korkotaso) on siis sidottu, muodostuu pankkien oligopolistisessa kilpailutilanteessa määrästä toimintaparametri. Kun epävarmuus vallitsee kilpailijoiden luotonmyöntämismahdollisuuksista, voidaan liikakysyntätilanteessa pyrkiä valmistamaan markkinaosuuksia (tai edes säilyttämään entinen osuus) myöntämällä luottoa. Antolainauksen lisäämiseksi rahalaitoksilla on mahdollisuus käyttää keskuspankkiluottoa. Rahalaitosten keskinäisellä oligopolistisella kilpailulla on myös taipumus jäädyttää niiden asiakkaisiinsa kohdistamat luottokelpoisuusvaatimukset määrätylle tasolle, josta ne ainoastaan antolainauskorkojen muutoksien seurauksena muuttuvat.

Toisaalta on todennäköistä, etteivät rahalaitokset ole täysin välinpitämättömiä luotonantonsa laajentamisen aiheuttamista lisäkustannuksista silloin, kun lisätuotot jäävät lisakustannuksia pienemmiksi. Näin voitaneenkin pitää todennäköisenä, että kasvava velkaantuminen keskuspankkiin ennen pitkää supistaa rahalaitoksen halukkuutta myöntää luottoa, sillä kasvava velkaantuminen keskuspankissa tekee luotanannon lisäykset vähemmän kannattaviksi (vrt. alla olevia RK1 ja RK2). Luottojen liikakysynnän johtaessa pankkien keskuspankkivelan kasvuun, pankit pyrkivät tiukentamaan luotonannon säännöstelyään. Kilpailutilanteen aiheuttama epävarmuus kilpailijoiden reaktioista, rahalaitosten asiakassuhteen kiinteys, luotanannon sidonnaisuuksien määrä sekä rahalaitoksen suhtautuminen kasvaviin kustannuksiin vaikuttavat siihen, kuinka tehokkaasti rahalaitokset pystyvät vähentämään antolainauksen kasvua liikakysyntätilanteessa.

Edellä oleviin hypoteeseihin perustuvat rahoituksen saatavuusmuuttujat RK1 ja RK2 (rahoitusmarkkinoiden ja luottomarkkinoiden kireyttä kuvaavat muuttujat), jotka on määritelty seuraavasti:

(3.28) $RK1 = \frac{PKK}{A}$

(3.29) $RK2 = \frac{PKK}{PKV}$,

joissa PKK = pankkien keskuspankkivelan kustannukset (= keskuspankkivelan peruskorko + lisäkorko)

PKV = pankkien keskuspankkivelan taso (SP:n nettosaatava pankeilta

A = pankkien antolainaus (luotot yleisölle),

(PUNTILA: s. 62)

Muuttujat RK1 ja RK2 mittaavat lähinnä rediskonttausten suhteellista suuruutta. Rahalaitoksen kyky karsia luottokelpoisia asiakkaita saattaa Suomessa vallinneen kilpailutilanteen takia kaiken kaikkiaan olla varsin heikko, jolloin liikakysyntätilanteessa luotonannolla on jatkuvasti vahva pyrkimys kohti koron, luottokelpoisuusvaatimuksien ja luottokelpoisen kysynnän määrittelemää tasapainoa, niin kauan kuin luotonannon lisäämismahdollisuuksia keskuspankkirahan muodossa yleensä on tarjolla. Lisäksi on erityisesti otettava huomioon, että rahoitusmarkkinoiden kireyttä (luoton saatavuutta) kuvaavia muuttujien vaikutusta tutkitaan nimenomaan teollisuuden investointien rahoituksen kannalta. Rahalaitokset ovat myös sidottuja luottoasiakkaisiinsa ja sidonnaisuus on varsin suuri rahoitusmarkkinoillamme, joilla rahoitusluottojen rinnalla ei juuri muita kilpailevia ulkoisen rahoituksen vaihtoehtoisia muotoja esiinny. Ulkoisen rahoituksen pääosan riippuminen jostakin määrätystä rahalaitoksesta, tekee yrityksen ja rahalaitoksen keskinäisen asiakassuhteen paljon kiinteämmäksi kuin sellaisilla rahoitusmarkkinoilla, joilla ulkoista rahoitusta on useissa muodoissa tarjolla.

Yritysten ja rahalaitosten välisellä asiakassuhteella onkin rahoitusmarkkinoillamme eräissä tapauksissa taipumus muodostua niin vahvoiksi, etteivät rahalaitokset yksinkertaisesti voi kieltää luottoa. Suomen tehdasteollisuuden osalta rahalaitosten ja yritysten asiakassuhteen kiinteys ilmeisesti suuresti riippuu teollisuuden toimialasta ja yritysten koosta. Eri teollisuuden toimialojen välistä eroa tarkastellaan empiiristen tulosten yhteydessä.

Edellä tarkasteltiin lähinnä rahapolitiikan vaikutuksia pankkien keskuspankkivelan säätelyn kautta pankkien luotonantopolitiikkaan. Tällöin siis oletetaan, että keskuspankkivelan kulloinenkin taso (PKV) ja muut ehdot (PKK) vaikuttavat pankkien halukkuuteen ja mahdollisuuksiin käyttää keskuspankkirahoitusta luotonantonsa perustana. Rahapolitiikan muutosten ensisijainen ja välitön vaikutus kohdistuu tällöin luotonantoon (luotontarjoajien käyttäytymiseen). Lisäksi on otettava huomioon, että keskuspankkivelan säätelyyn liittyvät toimenpiteet voivat vaikuttaa myös suoraan yritysten investointisuunnitelmiin ja sitä kautta pankkiluottojen kysyntään. Tällöin oletetaan, että keskuspankkivelan ehtojen muutokset vaikuttavat yritysten odotuksiin tulevasta taloudellisesta kehityksestä ja luottorahoituksen saatavuudesta. Näitä välillisiä, odotusten kautta tulevia vaikutuksia testataan myös empiirisesti adaptiivisilla odotusmalleilla.

Muuttujien RK1 ja RK2 konstruoinnissa voidaan lähteä myös oletuksesta, että pankit pyrkisivät rajoittamaan luotonantoaan sitä tiukemmin mitä korkeammiksi muodostuvat lisärahoituksen hankintakustannukset. Pankkien keskeisenä marginaalisena rahoituslähteenä ovat tutkimusperiodilla 1948-1970 olleet juuri rediskonttaukset. Olisi ollut siis odotettavissa, että pankit olisivat harjoittaneet sitä tiukempaa luottojen karsintaa, mitä korkeammat niiden rediskonttauskustannukset ovat olleet.

Muuttujat RK1 ja RK2 kuvaavat rahoitusmarkkinoiden kireyttä luotonantajien, lähinnä pankkien, puolelta katsottuna. Edellä jo viitattiin näiden muuttujien mahdollisiin välillisiin vaikutuksiin luotonkysyjän kannalta. Luotonkysynnän kannalta tilannetta analysoidaan tarkemmin luvussa 5.2, jossa tarkastellaan ei-lineaarista rahoituksen kireysmuuttujaa ja RK-muuttujien heikkouksia.

Rahoitusmarkkinoiden kireyttä kuvaavien muuttujien RK3 ja RK4 perustana on oletus, että keskuspankilla on tietty käsitys maamme ulkomaisen maksuvalmiuden edellyttämästä ulkomaisen nettosaatavan optimitasosta. Ottaessaan huomioon maan ulkomaisen maksuvalmiuden keskuspankki on tutkimusajanjaksona (1948-1970) pyrkinyt maksuvalmiuden heiketessä jarruttamaan kysynnän kasvua maksutaseen tasapainottamiseksi. Muuttujien RK3 ja RK4 vaikutus perustuu oletukseen, että kasvua jarruttavat toimenpiteet ovat olleet sitä voimakkaammat, mitä pienempi keskuspankin ulkomainen nettosaatava on ollut suhteessa tiettyyn optimaaliseen varantoon (PUNTILA: s. 95).

Kun jarruttavat toimenpiteet suunnataan, kuten tutkimusajanjaksona on tapahtunut, pankkien keskuspankkivelan kasvuun nojautuvaan kysyntään, pankkien luotonannon suuntautumisen perusteella on oletettavissa, että toimenpiteet vaikuttavat lähinnä investointeihin. Jarruttavat toimenpiteet ovat pääasiassa kohdistuneet keskuspankkivelan tasoon (PKV) ja/tai ehtoihin (PKK).

Jarruttavien toimenpiteiden vaikutus tuntunee kuitenkin viivästyksellä, koska nimenomaan teollisuuden investointiprojektien rahoitus on yleensä sovittu pitkälti etukäteen ja pankit pyrkivät pitämään rahoituslupauksensa. Vaikutuksen viivästyminen on otettu huomioon johdetuissa investointifunktioissa. Toisaalta rahoitustilanteen keventäminen ulkomaisen maksuvalmiuden parantuessa voi vastaavasti tuntua investointitoiminnassa viivästyneenä ja olla pienempi kuin jarruttava vaikutus, koska sen aiheuttamat investointisuunnitelmien muutokset ehtivät toteutusvaiheeseensa viivästyneinä jo pelkästään teknisistä syistä.

Rahoitusmuuttujat RK3 ja RK4 ovat:

(3.30) $RK3 = \frac{PKK}{SPN}$; (3.31) $RK4 = \frac{PKV}{SPN}$,

joissa SPN = Suomen Pankin nettosaatava ulkomailta (ks. PUNTILA: s. 25),

(PKK ja PKN ks. s. 59).[1]

Muuttujissa RK3 ja RK4 yhdistyy pankkien asema keskuspankkiin sekä keskuspankin asema ulkomaihin nähden, mikä on eräs voimakkaimpia tekijöitä säätelemässä keskuspankin rahapolitiikkaa. Molemmissa muuttujissa lähdetään lähinnä siitä, että vaikka rediskonttausten taso (tai kustannukset/ehdot) olisi korkea eli

---

1 SPN:ssä on keskuspankin ulkomaisia saatavia ja velkoja käsitelty yhtenä nettoeränä, jolloin ulkomaisista saatavista on vähennetty ulkomaiset velat.

pankit käyttäisivät runsaasti keskuspankkirahoitusta antolainauksensa kasvattamiseen, niin valuuttavarannon ollessa suuri (selvästi yli keskuspankin käsityksen optimitasosta) keskuspankki ei suhtautuisi kovin kielteisesti suureenkaan pankkien rediskonttausten käyttöön, vaan käyttäisi lähinnä kvalitatiivisia keinoja antolainauksen kasvun hillitsemiseksi tai suuntaamiseksi tietyllä tavalla. Toisaalta valuuttavarannon ollessa alhainen lähdetään oletuksesta, että mitä alhaisempi on valuuttavaranto, sitä tiukemmin keskuspankki suhtautuu pankkien antolainauksen kasvuun ja itse keskuspankkivelan kasvuun.[1]

Muuttujien RK3 ja RK4 vaikutus kohdistuu ensisijaisesti pankkien luotonantopolitiikkaan, kuten myös muuttujien RK1 ja RK2, mutta muuttujien RK3 ja RK4 välilliset vaikutukset eri odotustekijöiden kautta luotonkysyntään, luotonsaatavuutta koskeviin odotuksiin, voivat erota huomattavasti muuttujien RK1 ja RK2 vastaavista välillisistä vaikutuksista. Tämä johtuu lähinnä siitä, että muuttujat RK1 ja RK2 ottavat huomioon rahapolitiikan vaikutukset pääasiassa pankkien kautta, kun taas muuttujat RK3 ja RK4 voivat kuvastaa välittömiä vaikutuksia yrittäjien kannalta, koska keskuspankin nettosaatava ulkomailta on suoranaisesti yhteydessä viennin ja tuonnin kehitykseen. Muuttujissa RK3 ja RK4 on kuitenkin erilleen identifiointivaikeus valuuttavarannosta viennin kautta tulevien vaikutusten ja yrittäjien vientikysynnän odotusten välillä.

Keskuspankin ulkomaisen nettosaatavan lyhyen ajan vaihteluiden kytkeytyminen muuhun ulkomaantalouden kehitykseen ilmenee seuraavasta maksutaseidentiteetistä.

$$(3.32) \quad \Delta\, SPN = X - M + \Delta\, NV^{g+b+p} + d,$$

---

1. SP:n valuuttavaranto on suurempi kuin koko maan valuuttavaranto, koska muilla valuutanpitäjillä on nettovelkaa ulkomaille. Tämä nettovelka on olennaisesti kasvanut 1960-luvun alusta lähtien, (PUNTILA, s. 31).

jossa SPN = SP:n ulkomaisen nettosaatavan muutos

X = tavaroiden ja palvelusten viennin arvo

M = tavaroiden ja palvelusten tuonnin arvo

NV^{g+b+p} = valtion (g), pankkien (b) ja yleisön (p) ulkomainen nettovelka

d = valuuttakurssien muutoksista aiheutuneet pääomavoitot (+) tai tappiot (-)

Identiteetin (3.32) kautta tulevia vaikutuksia RK-muuttujiin analysoidaan luvussa 5.2. Todettakoon kuitenkin, että muuttujan NV^b kautta ilmenee eräs keskeinen kaikkien RK-muuttujien heikkous, koska ulkomainen luottorahoitus tarjoaa vaihtoehdon kotimaiselle luottorahoitukselle, jolloin pankkien pääoman tuonnin voisi olettaa keskittyvän kireiden kotimaisten rahoitusmarkkinoiden vuosiin, samalla kun luotonanto ulkomaille esim. vientiluottojen osalta olisi näinä vuosina vähäistä.

4. INVESTOINTIFUNKTIOIDEN JOHTAMINEN JOUSTAVALLE AKSELERAATIOTEORIALLE

4.1. Yhdistetty osittaisen sopeutuksen ja adaptiivisen odotushypoteesin malli

Jos pääomakannan sopeutuminen halutulle tasolle ei voi tapahtua yhden ajanjakson kuluessa, vaan ainoastaan osa pääomakannan lisäyksen tarpeesta toteutetaan samalla periodilla, saadaan ns. osittaisen sopeutuksen hypoteesi (sopeutushypoteesi):

(4.1) $K_t - K_{t-1} = g\ (K_t^d - K_{t-1}),\quad 0 < g < 1,$

jossa kerroin g (sopeutuskerroin) osoittaa sitä osaa halutun ja olemassa olevan pääomakannan erosta, joka poistetaan periodilla t. Halutun pääomakannan määräytyessä akseleraatioperiaatteen pohjalta saatiin netto- ja bruttoinvestointien malleiksi (yhtälöt 3.13 ja 3.15)

(4.2) $IN_t = g\ (\alpha\ Q_t - K_{t-1})$

(4.3) $IB_t = \alpha\ g\ Q_t + (\delta - g)\ K_{t-1},$

jossa kerroin α on haluttu pääomakerroin (K/Q-suhde). Mallit (4.2) ja (4.3) saadaan siis akseleraatioteoreettiselta perustalta: $K_t^d = \alpha\ Q_t$. Olennaista on se, että haluttu pääomakanta riippuu tällöin tuotannon ex post arvosta eikä se siis sisällä varsinaista odotushypoteesia tuotannon suhteen. Mallit (4.2) ja (4.3) voidaan kuitenkin johtaa myös adaptiivisesta odotushypoteesista lähtien. Oletetaan, että tuotannon odotukset muodostuvat mallin (4.4) muodossa:

(4.4) $Q_t^e - Q_{t-1}^e = h\ (Q_t - Q_{t-1}^e),\quad 0 < h \leq 1,$

jossa Q_{t-1}^e mittaa yrittäjän periodia t koskevia tuotanto-odotuksia. Tuotannon odotukset perustuvat tällöin eräänlaiseen odotettuun tuotannon normaalikehitykseen, jonka perustana voi olla ns. pysyväiskysynnän hypoteesi (EISNER (1964): s. 139-140, DIAMOND (1962): s. 789, MINCER (1969): s. 85, FRIEDMAN (1971): s. 54, OZGA (1965):

s. 153). Ts. ainoastaan yrittäjän pysyviksi katsomat kysynnän muutokset vaikuttavat tuotantopäätöksiin, jolloin ainoastaan pysyviksi katsotut muutokset tuotannossa johtavat kapasiteetin lisäykseen eli positiivisiin nettoinvestointeihin. Sitä vastoin satunnaisilla tuotannon ja samalla kapasiteetin käyttöasteen vaihteluille ei ole investointeja lisäävää vaikutusta. Tuotanto-odotukset ovat tällöin myös luonteeltaan ennen kaikkea pitkän aikavälin odotuksia samoin kuin malleissa (4.2) ja (4.3) optimaalinen pääomakanta on pitkän aikavälin tasapainopääomakanta. Tällöin myös kerroin α on pitkän aikavälin haluttu pääoma-tuotos suhde (OZGA (1965): s. 153). Mallin (4.4) puitteissa tuotannon odotettu taso Q_t^e on aikaisempien ajanjaksojen tuotannon tasojen painotettu keskiarvo, painojen supetessa geometrisesti eli yhtälö (4.4) voidaan esittää myös muodossa:

$$
\begin{aligned}
(4.5) \quad Q_t^e &= h\,(Q_t + (1-h)Q_{t-1} + (1-h)^2 Q_{t-2} + \ldots + (1-h)^n Q_{t-n} \\
&\quad + \ldots) \\
&= h \sum_{i=0}^{\infty} (1-h)^i\, Q_{t-i}\,, \quad 0 < h \leq 1
\end{aligned}
$$

(GEISEL (1968): s. 2-3, WAUD (1968): s. 204, KOYCK (1954): s. 64-67.

Seuraavassa analysoidaan mallia, jossa sopeutus- ja odotushypoteesit on yhdistetty (4.1 ja 4.4). Optimaalisen pääomakannan taso voisi saatavan mallin puitteissa määräytyä akseleraatioperiaatteen, uusklassisen teorian tai investointien odotetun kannattavuuden pohjalta. Yhdistettyä sopeutus- ja odotusmallia (lyh. AD- & EX-malli) analysoidaan seuraavassa akseleraatioperiaatteen pohjalta. Pääomakannan ja investointien mallit saadaan AD- & EX-hypoteesien pohjalta yhtälöistä:

$$(1i) \quad K_t^d = \alpha\, Q_t^e$$

$$(2i) \quad K_t - K_{t-1} = g\,(K_t^d - K_{t-1})$$

$$(3i) \quad Q_t^e - Q_{t-1}^e = h\,(Q_t - Q_{t-1}^e)$$

Näistä kolmesta yhtälöstä voidaan johtaa seuraava pääomakannan määräytymisyhtälö:

(4.6) $K_t = hg\alpha Q_t + ((1-h) + (1-g))K_{t-1} - (1-h)(1-g)K_{t-2}$

Mallista (4.6) saadaan erikoistapauksina (h=1 tai g=1) sopeutus- ja odotusmallit. Jos h=1 eli tuotannon odotukset ovat staattisia adaptiivisessa mielessä ($Q_t^e = Q_t$), saadaan osittaisen sopeutuksen malli eli nettoinvestointimalli (4.2). Sopeutusmallissa on siis implisiittisesti mukana staattinen tuotannon odotushypoteesi. Jos g=1 eli sopeutuminen halutun pääomakannan tasolle tapahtuu yhden ajanjakson kuluessa ($K_t = K_t^d$), saadaan pelkästään adaptiiviseen tuotannon odotushypoteesiin perustuva malli. Jos g=1, niin pääomakanta on jokaisen periodin päättyessä tasapainotilassa. Mallin (4.6) pohjalta saatavista investointifunktioista voidaan päätellä, että kun K_t^d on haluttu pääomakanta ja Q_t^e tuotannon odotettu normaalitaso, niin sopeutuskerroin g mittaa eräänlaista yrittäjän käyttäytymisen nopeutta investointipäätöksiä toimeenpantaessa. Pelkkä odotusmalli sisältää itse asiassa oletuksen, että yrittäjän investointien suunnitteluajanjakso on erittäin lyhyt eikä investointipäätöksiä toimeenpantaessa esiinny rajoituksia (viivästyksiä) esim. pääomahyödykkeiden tarjonnan tai rahoituksen saatavuuden taholta. Pääomahyödykkeiden tarjonnan oletetaan olevan täysin joustava niiden kysynnän suhteen. Puhtaan odotusmallin avulla voitaneenkin selittää vain investointeja, jotka ovat erittäin lyhytvaikutteisia, mutta ei esim. teollisuuden keskimäärin pitkävaikutteisia investointeja.

Yhdistetyssä AD- & EX-mallissa haluttu pääomakanta määräytyi yhtälöllä (1i): $K_t^d = \alpha Q_t^e$. Yhtälö (1i) sisältää siis oletuksen, että halutun pääomakannan ja odotetun tuotannon välillä vallitsee kiinteä suhde ($=\alpha$). Tällä oletuksella on eräitä implikaatioita tuotantokapasiteetin käyttöasteen suhteen. Malli (1i) voidaan esittää muodossa:

$$(4.7) \quad \frac{\text{odotettu (Q)}}{\text{optimaalinen (K)}} = \frac{Q_t^e}{K_t^d} = \frac{1}{\alpha} = CU_t^{e^+} = \text{vakio}$$

Jos pääomakanta K "mittaa" myös tuotantokapasiteetin määrää (= potentiaalista tuotantoa (ks. HILTON (1970): s. 198-199), niin yhtälö (4.7) kuvaa odotettua tuotantokapasiteetin käyttöastetta (= $CU_t^{e^+}$). Yhtälöstä voidaan edelleen päätellä, että odotettu kapasiteetin käyttöaste on jatkuvasti ex ante mielessä vakio. Itse asiassa yhtälön (4.7) kuvaama kapasiteetin odotettu käyttöaste on eräänlainen normaalikäyttöaste tai pitemmällä aikavälillä optimaalinen kapasiteetin käyttöaste, koska se määräytyy simultaanisesti tuotannon pitkän aikavälin odotetun normaalitason ja pitkällä aikavälillä optimaalisen pääomakannan välityksellä. Ts. muuttuja $CU_t^{e^+}$ määräytyy, kun tuotantokapasiteettia pyritään lisäämään optimaalisesti suhteessa kysynnässä havaittuihin pysyväisluonteisiin muutoksiin. Vaikka muuttuja K mittaakin varsinaisesti pääomakannan arvoa eikä sinänsä kapasiteettituotantoa (= potentiaalinen tuotanto), voitaneen olettaa, että käytännössä K:n ja kapasiteettituotannon välillä vallitsee varsin voimakas riippuvuus. Yhtälö (4.7) implikoi edelleen myös sitä, että ex ante optimaalinen kapasiteetin käyttöaste $CU_t^{e^+}$ voi poiketa todellisesta (ex post) kapasiteetin käyttöasteesta, jos joko tuotannon odotukset eivät toteudu tai jos pääomakannan sopeutuminen halutulle tasolle ei tapahdu yhden ajanjakson kuluessa. Toisaalta kuitenkin sekä Q_t^e että K_t^d voivat molemmat olla erisuuria kuin ex post tuotanto (Q_t) ja ex post pääomakanta (K_t) siten, että pitemmällä aikavälillä optimaalinen kapasiteetin käyttöaste vallitsee periodilla t.

Vaikka siis osittaisen sopeutuksen hypoteesi ja adaptiivinen odotushypoteesi johtavat estimoinnin kannalta ekvivalentteihin yhtälöihin:

$$(4.8) \quad K_t = \alpha\, g\, Q_t + (1-g)\, K_{t-1}$$

$$(4.9) \quad K_t = \alpha\, h\, Q_t + (1-h)\, K_{t-1},$$

niin ne perustuvat silti olennaisesti erilaisiin hypoteeseihin. Odostusmallissa (4.9) viivästykset pääomakannan sopeutumisessa halutulle tasolle aiheutuvat pääoman kysyntään vaikuttavien tekijöiden tulevaan kehitykseen liittyvästä epävarmuudesta. Odotushypoteesiin perustuvassa mallissa (4.9) pääoman kysyntäfunktio perustuu oletukseen vakiosuhteesta ex post pääomakannan ja odotetun tuotannon välillä. Sitä vastoin pääomakannan sopeutumisessa uudelle tasolle ei esiinny viivästyksiä. Toisaalta mallissa (4.8) viivästykset pääomakannan sopeutumisessa halutulle tasolle aiheutuvat juuri investointiprosessin perusluonteesta ts. teknisistä ja institutionaalisista tekijöistä, nopean pääomakannan kasvun aiheuttamista kasvavista kustannuksista jne. (EISNER and STROTZ (1963): section 3, WALLIS (1969): s. 776). Pääomakannan sopeutumisprosessissa on selvä vastakohta halutun pääomakannan määräytymisen teorian ja varsin "ad hoc"-luonteisen osittaisen sopeutuksen oletuksen välillä. Itse asiassa pääoman kysyntäfunktio on teoreettisesti selvemmin perusteltavissa kuin sopeutuksen viivästysrakenteen spesifiointi.

Koska pääomakannan mallit (4.8) ja (4.9) ovat mallin (4.6) erikoistapauksia, niin mikäli tuotannon odotusten muodostumista voidaan approksimoida adaptiivisella mallilla ja investointiprosessissa esiintyy viivästyksiä, olisi investointifunktiota pyrittävä analysoimaan mallin (4.6) pohjalta. Tällöin kuitenkin ilmenee jälleen identifiointivaikeuksia näiden kahden hypoteesin välillä. Tämä käy selvästi ilmi siitä, että kertoimet g ja h ovat mallissa (4.6) symmetrisessä asemassa toisiinsa nähden, joten niitä ei voida identifioida erilleen. Matemaattisesti tämä voidaan osoittaa seuraavasti: olkoon a_o K_{t-1}:n regressiokerroin ja a_1 K_{t-2}:n kerroin eli

(i) $a_o = (1-h) + (1-g)$; (j) $a_1 = (1-h)(1-g)$

(i) $g \geqslant 2-h-a_o$, jolloin (j):stä saadaan:

$$h^2 - (2-a_o)\,h + a_1 - a_o + 1 = 0$$

eli $$h_{1,2} = \frac{2-a_o \pm \sqrt{(a_o-2)^2 - 4(a_1 - a_o + 1)}}{2}.$$

Vastaava lauseke saadaan $g_{1,2}$:lle.

Pääomakannan mallia (4.6) vastaava nettoinvestointifunktio on:

(4.10) $K_t - K_{t-1} = IN_t = hg\alpha\, Q_t + (1-h-g)\, IN_{t-1} - hg\, K_{t-2}$

Myöskään mallista (4.10) ei kertoimia g ja h voida identifioida erilleen. Mallista (4.10) saadaan kuitenkin estimaatit kertoimille α, hg ja h+g seuraavasti: $est(a_1) = \widehat{hg}$, $est(a_o) = 1-(h+g)$, jolloin $est(h+g) = 1 - \hat{a}_o$. Jakamalla parametrin α hg estimaatti $\hat{a}_1$:llä saadaan pääomakertoimen α estimaatti $\hat{\alpha}$. - Mallia (4.10) vastaava bruttoinvestointien yhtälö on:

(4.11) $IB_t = \alpha\, hg\, Q_t + (1-g-h)\, IN_{t-1} - hg\, K_{t-2} + \delta\, K_{t-1}$

Malli (4.11) saatetaan myöhemmin muotoon, jossa ei esiinny kahta viivästettyä pääomakantamuuttujaa.

4.2. Yhdistetyn sopeutus- ja odotusmallin viivästysrakenne

Osittaisen sopeutuksen malli (4.8) voidaan saattaa seuraavaan muotoon viivästysoperaattorilla L : $La_t = a_{t-1}$, ...

(4.12) $(1 - (1-g)L)\, K_t = \alpha\, g\, Q_t$ eli

(4.13) $K_t = g\,(1 - (1-g)L)^{-1}\alpha\, Q_t$

Lauseke $g(1-(1-g)L)^{-1}$ on generoiva funktio, jossa L on sen lukujonon dummy-muuttuja, jolle generoiva funktio on määritelty (FELLER (1959): s. 318-319, GOLDBERG (1967): s. 189-199). Todennäköisyysgeneroiva funktio syntyy, koska mallien (4.8) ja (4.9) viivästysfunktioiden painot suppenevat geometrisesti ja painojen summa on yksi. Esim. sopeutusmallille (4.8) on voimassa, kun $0 < g < 1$,

(4.14) $K_t = g \sum_{j=0}^{\infty} (1-g)^j K^d_{t-j}$, jossa $\sum_{j=0}^{\infty} g(1-g)^j = 1$

ja tn- elementti on $g(1-g)^j$, $j = 0, 1, 2, \ldots$ Keskimääräinen viivästys (= KV) on generoivan funktion derivaatan arvo pisteessä yksi eli KV = $\frac{1-g}{g}$. - Yhdistetyn sopeutus- ja odotusmallin (4.6) keskimääräinen viivästys saadaan, kun malli saatetaan ensin muotoon:

(4.15) $K_t = (1 - (\bar{g} + \bar{h})L + \bar{g}\bar{h}\, L^2)^{-1}\, gh\alpha\, Q_t$,

jossa $\bar{g} = 1-g$ ja $\bar{h} = 1-h$. Mallia (4.6) vastaava generoiva funktio on:

(4.16) $G_1(L) = gh\, (1 - (\bar{g} + \bar{h})L + \bar{g}\, \bar{h}\, L^2)^{-1}$

Voidaan osoittaa, että $G_1(L)$:n derivaatta pisteessä yksi on:

(4.17) $G_1'(1) = \frac{1-g}{g} + \frac{1-h}{h}$

Saatu tulos on siis mallin (4.6) keskimääräinen viivästys ja erityisesti on huomattava, että se on empiirisesti laskettavissa, koska kertoimet g ja h ovat siinä symmetrisessä asemassa toisiinsa nähden. Keskimääräisen viivästyksen varianssi on $\frac{\bar{g}}{g^2} + \frac{\bar{h}}{h^2}$, mikäli voidaan olettaa, että sopeutus- ja odotusmallien viivästysfunktioita vastaavat geometriset jakautumat ovat toisistaan riippumattomia. Oletetaan, että sopeutushypoteesin viivästysfunktiota vastaa satunnaismuuttuja $\underline{x}$ ja odotushypoteesin viivästysfunktiota satunnaismuuttuja $\underline{y}$. Käytännössä oletus, että $\underline{x}$ on riippumaton $\underline{y}$:stä, on perusteltavissa, koska $\underline{x}$ kuvaa sopeutushypoteesin viivästysfunktiota, jonka aiheuttavat varsinaisessa investointiprosessissa esiintyvien viivästysten syyt: tekniset tekijät, institutionaaliset seikat ja pääomahyödykkeiden tarjontavaikutukset. Muuttuja $\underline{y}$ puolestaan kuvaa tuotannon odotusmallin viivästysluonnetta, jolloin odotuskertoimeen h vaikuttavat lähinnä psykologiset tekijät, epävarmuus kysynnän tulevasta kehityksestä jne.

Seuraavassa osoitetaan pääpirteittäin, kuinka mallin (4.6) eli (4.15) viivästysfunktio on laskettavissa, vaikka kertoimia g ja h ei voida identifioida erilleen. Viivästysrakenne etsitään ensin yleisessä tapauksessa $g \neq h$, ja sen jälkeen erikoistapauksessa $g = h$. Viivästysrakenne on löydettävissä siten, että etsitään tunnettua generoivaa funktiota vastaava lukujono, jonka termien summa on yksi. Ratkaisu saadaan osamurtojaon menetelmällä (osamurtojaon menetelmästä ks. GOLDBERG (1967): s. 193). Sitä varten saatetaan lauseke $G_1(L)$ ensin muotoon:

$$(4.18)\quad G_1(L) = \frac{gh}{(1 - \bar{g}L)(1 - \bar{h}L)} = \frac{\bar{a}_o}{(1 - \bar{g}L)} + \frac{\bar{b}_o}{(1 - \bar{h}L)},$$

jossa $\bar{a}_o$ ja $\bar{b}_o$ ovat tuntemattomia vakioita. Ratkaisemalla saadaan $\bar{a}_o$:n ja $\bar{b}_o$:n arvoiksi: $\bar{a}_o = (g-1)/(g-h)$ ja $\bar{b}_o = (1-h)/(g-h)$. Todennäköisyysgeneroivaa funktiota $G_1(L)$ vastaavan ei-negatiivisen lukujonon $\{y_i\}$ yleinen termi y_i on tällöin:

$$(4.19)\quad y_i = - \frac{gh}{g - h}\left((1-g)^{i+1} - (1-h)^{i+1}\right), \quad i = 0, 1, \ldots$$

Kun siis estimaattipari (g, h) tunnetaan, saadaan y_i:n lausekkeen avulla suoraan selville mallin (4.6) viivästysrakenne (i on siis kokonaisluku ja peräkkäisten i:n arvojen erotus on tässä vuosi). Lisäksi voidaan todistaa, että $y_i > 0$ jokaisella i:n arvolla, kun $0 < g, h < 1$ eli kyseessä on todella todennäköisyysjakautuma ja y_i on tämän jakautuman tn-elementti. Termien y_i summa on yksi:

$$\sum_{i=o}^{\infty} y_i = - \frac{gh}{g - h}\left(\sum_i (1-g)^{i+1} - \sum_i (1-h)^{i+1}\right) =$$

$$= \frac{gh}{h - g}\left(\frac{1-g}{1-(1-g)} - \frac{1-h}{1-(1-h)}\right) = \frac{gh}{h - g}\left(\frac{h - g}{gh}\right) = 1$$

Oletetaan seuraavaksi, että $g = h$ ja $0 < g < 1$. Generoiva funktio $G_1(L)$ voidaan tällöin saattaa muotoon:

$$(4.20)\quad G_1(L) = - \frac{g^2}{(1 - (1-g)L)^2}$$

Merkitään $G_2(L) = \frac{g}{1 - (1-g)L}$, joten $G_2(L)$ on geometrisen jakautuman generoiva funktio, kun jakautuman parametri on g. Ts. jos satunnaismuuttuja $\underline{x}$ on GEOM(g), niin $P(\underline{x} = i) = (1-g)^i g$ ja $\underline{x}$:n generoiva funktio on (4.21): $G_{\underline{x}}(L) = g / (1 - (1-g)L)$. Generoiva funktio $G_1(L)$ on siis yhtäsuuri kuin $(G_2(L))^2$ eli kahden generoivan funktion konvoluutio. Tällöin $G_1(L)$ on toisen asteen Pascalin todennäköisyysjakautuman generoiva funktio. Kyseessä oleva jakautuma on siis PASCAL (2,g) (ks. FELLER (1959): s. 318 ja s. 248-253). Keskimääräinen viivästys on tapauksessa g = h seuraava: $KV = 2 \frac{g}{1 - g}$. Huomattakoon, että vain jos sopeutuskerroin g on yhtäsuuri kuin odotuskerroin h, pääomakannan määräytymisyhtälön viivästysrakenteen perustana on varsinainen Pascalin todennäköisyysjakautuma.

Pääomakannan yhtälö voitiin siis esittää muodossa (4.15), josta saadaan viivästämällä yhtälö:

(4.22) $K_{t-1} = (1 - (\bar{g} + \bar{h})L + \bar{g}\,\bar{h}\,L^2)^{-1}\, gh\alpha\, Q_{t-1}$, jolloin pääomakannan muutokselle (IN_t) saadaan malli:

(4.23) $IN_t = gh\,(1 - (\bar{g} + \bar{h})L + \bar{g}\,\bar{h}\,L^2)^{-1}\alpha \triangle Q_t$,

jossa $\triangle Q_t = Q_t - Q_{t-1}$. Nettoinvestointifunktion viivästysrakenne saadaan siis yhtälöstä (4.23), mutta tässä tapauksessa se on funktio tuotannon (Q) muutoksesta (ts. viivästysfunktiota on tarkasteltava Q:n kasvunopeuden suhteen).

Estimointia varten yhtälö (4.23) voidaan saattaa muotoon:

(4.24) $(1 - (\bar{g} + \bar{h})L + \bar{g}\bar{h}\,L^2)\, IN_t = \alpha\, gh \triangle Q_t$, josta saadaan

(4.25) $IN_t = \alpha\, gh \triangle Q_t + (\bar{g} + \bar{h})\, IN_{t-1} - \bar{g}\,\bar{h}\, IN_{t-2}$

Vastaava bruttoinvestointien malli on:

(4.26) $IB_t = \alpha\, gh \triangle Q_t + (\bar{g} + \bar{h})\, IN_{t-1} - \bar{g}\bar{h}\, IN_{t-2} + \delta K_{t-1}$

Yhdistämällä IN-termit voidaan yhtälöt (4.25) ja (4.26) saada estimoinnin kannalta edelleen parempaan muotoon:

(4.27) $IN_t = a_1 \Delta Q_t + a_2 \Delta IN_{t-1} + a_3 IN_{t-1}$

Vastaava malli bruttoinvestoinneilla on:

(4.28) $IB_t = a_1 \Delta Q_t + a_2 \Delta IN_{t-1} + a_3 IN_{t-1} + a_4 K_{t-1}$,

joissa siis $IN_t = K_t - K_{t-1}$ ja $\Delta IN_{t-1} = IN_{t-1} - IN_{t-2}$ ja parametrit a_i ovat: $a_1 = \alpha gh$, $a_2 = (1-g)(1-h)$, $a_3 = 1 - gh$ ja $a_4 = \delta$.

4.3. Joustava akseleraatiomalli ja rahoituksen saatavuus

4.3.1. Tuotanto-odotukset ja rahoituksen saatavuus

Edellä esiintyneissä malleissa ei osittaisen sopeutuksen ja adaptiivisen tuotanto-odotusmallin hypoteeseja voitu identifioida erilleen. Vaikka siis mallien viivästysrakenne kokonaisuudessaan on löydettävissä, ei näistä malleista voida analysoida, kuinka sopeutus- ja odotushypoteesi erikseen vaikuttavat viivästysten syntyyn. Jos halutun pääomakannan mallissa $K_t^d = \alpha Q_t^e$ haluttu pääomakanta riippuu lineaarisesti tuotannon lisäksi rahoituksen (luoton) saatavuudesta, voidaan johtaa investointifunktio, jossa parametrit g ja h ovat erilleen identifioitavissa. Seuraava analyysi perustuu olennaisesti luvussa 3.4 esitettyihin hypoteeseihin rahoituksen saatavuuden vaikutuksesta investointitoimintaan. Olennaista on se, että viivästysrakenteesta saadaan tällöin ekspliisiittisesti erilleen rahoitusmuuttujien vaikutus tuotannon vaikutuksen ohella. Silti mallin viivästysrakenne sisältää vielä tämänkin jälkeen useiden tekijöiden esim. suunnittelun ja pääomahyödykkeiden tarjonnan efektit, jotka ainoastaan implisiittisesti sisältyvät viivästysrakenteeseen.

Jos rahoituksen (luoton) saatavuusmuuttujaa merkitään M_{t_i}:llä (RK-muuttujat: RK1, RK2, RK3 ja RK4), missä toinen alaindeksi i viittaa mahdolliseen viivästykseen, joka on empiirisesti haettavissa, saadaan investointifunktio johdetuksi seuraavista yhtälöistä:

(4.29) $K_t^d = \alpha\, Q_t^e + \beta\, M_{t_i}$

(4.30) $K_t - K_{t-1} = g\,(K_t^d - K_{t-1})$

(4.31) $Q_t^e - Q_{t-1}^e = h\,(Q_t - Q_{t-1}^e)$

Yhtälöistä (4.29) - (4.31) saadaan johdetuksi seuraava pääomakannan määräytymismalli:

(4.32) $K_t = \alpha\, gh\, Q_t + ((1-h) + (1-g))\, K_{t-1} - (1-g)(1-h)\, K_{t-2}$

$+ \beta\, g\, M_{t_i} - \beta\, g\,(1-h)\, M_{t_i-1}$,

jossa $M_{t_i-1} = M_{t-1}$, kun $i = o$, $M_{t_i-1} = M_{t-2}$, kun $i = 1$ jne. Jakamalla $\beta\, g(1-h)$:n estimaatti $\beta\, g$:n estimaatilla saadaan kertoimen $(1-h)$ estimaatti; jakamalla muuttujan K_{t-2} parametrin estimaatti $(1-h)$:n estimaatilla saadaan $(1-g)$:n estimaatti. Näin ollen on mahdollista identifioida kertoimet g ja h erilleen. Koska g ja h ovat mallissa kuitenkin yli-identifioituvia, malli olisi estimoitava lineaarisella rajoituksella tai iteratiivisesti. Myöhemmin kuitenkin osoitetaan, että mallista (4.32) saadaan investointifunktio, joka on kaikkien parametrien suhteen identifioituva.

Malli (4.32) voidaan esittää myös muodossa, josta sen sisältämä viivästysrakenne ilmenee selvästi:

(4.33) $K_t = \alpha\, gh \sum_{i=o}^{\infty} (1-g)^i \sum_{j=o}^{i} (1-h)^j\, Q_{t-j}$

$+ \beta\, g \sum_{j=o}^{\infty} (1-g)^j M_{t_i-j}$

Mallia (4.32) vastaava nettoinvestointifunktio on:

(4.34) $IN_t = a_{11}\, Q_t + a_{12} IN_{t-1} + a_{13} K_{t-2} + a_{14}\, \Delta M_{t_i} + a_{15}\, M_{t_i-1}$, jossa parametrit a_{1i} ovat: $a_{11} = \alpha gh$, $a_{12} = 1-g-h$, $a_{13} = -gh$, $a_{14} = \beta g$ ja $a_{15} = \beta gh$.

Investointifunktio (4.34) on identifioituva parametrien suhteen. Struktuurimallin kertoimien estimaatit saadaan relaatioista:

$$\beta = - a_{15}/a_{13}, \quad g = - \frac{a_{13}\, a_{14}}{a_{15}}, \quad h = 1 - a_{12} + \frac{a_{13}\, a_{14}}{a_{15}}$$

$\alpha = a_{11}/gh$. Vastaava bruttoinvestointien malli on:

$$\text{(4.35)} \quad IB_t = a_{21}Q_t + a_{22}IN_{t-1} + a_{23}K_{t-2} + a_{24}\Delta M_{t_i} + a_{25}M_{t_i-1} + a_{26}K_{t-1},$$

jossa parametrit a_{2i} $(i = 1,\ldots, 5)$ ovat samat kuin mallissa (4.34) ja $a_6 = \delta$. Myös malli (4.35) on parametrien suhteen identifioituva.

Yhtälöistä (4.32) - (4.35) saadaan erikoistapauksina (h=1 ja/tai g=1) aikaisemmin käsiteltyjä malleja. Jos h=1, niin tuotannon odotukset ovat staattiset adaptiivisessa mielessä ($Q_t^e = Q_t$). Nettoinvestointifunktio on tällöin

$$\text{(4.36)} \quad IN_t = \alpha\, g\, Q_t - g\, K_{t-1} + \beta\, gM_{t_i} = g(\alpha\, Q_t - K_{t-1}) + \beta\, g\, M_{t_i} = g\, (K_t^{dd} - K_{t-1}) + \beta\, g\, M_{t_i},$$

jossa siis $K_t^{dd} = \alpha\, Q_t$, mutta $K_t^d = K_t^d(L) = \alpha\, Q_t + \beta\, M_{t_i}$

Kuten luvussa 3.4.todettiin, voitaisiin mallissa (4.36) K_t^{dd} tulkita pitkän aikavälin optimaaliseksi pääomakannaksi ($K_t^d(P)$). Muuttuja K_t^d olisi vastaava lyhyen aikavälin haluttu pääomakanta ($K_t^d(L)$). Mallista (4.36) voidaan edelleen päätellä, että pitkän aikavälin optimaalista pääomakantaa ei saavuteta yhden ajanjakson kuluessa (jos $0 < g < 1$) a) investointiprosessin teknisten viivästysvaikutusten johdosta: osittaisen sopeutuksen hypoteesi ($0 < g < 1$) ja b) rahoituksen saatavuuden vaikutusten vuoksi (β kerroin on a priori negatiivinen), joita muuttuja M_{t_i} mittaa. - Mallia (4.36) vastaava bruttoinvestointifunktio on:

(4.37) $IB_t = \alpha\, g\, Q_t + \beta\, g\, M_{t_i} + (\delta - g)\, K_{t-1}$

Oletetaan seuraavaksi, että g=1 ($0 < h < 1$) eli tuotannon odotukset ovat muuttuvia, mutta pääomakannan sopeutuminen halutulle tasolle tapahtuu ilman viivästyksiä (yhden ajanjakson kuluessa). Malli perustuu tällöin pysyväistuotannon hypoteesiin ja oletukseen, että pääomakanta on aina periodin päättyessä tasapainotilassa. Nettoinvestointien malli on tällöin:

(4.38) $IN_t = d_1\, Q_t + d_2\, M_{t_i} + d_3\, M_{t_i-1} + d_4\, K_{t-1}$,

jossa $d_1 = \alpha\, h$, $d_2 = \beta$, $d_3 = -\beta\,(1-h)$ ja $d_4 = -\, h$.

Mallin (4.38) parametrit saadaan identifioiduksi estimoimalla malli lineaarisella rajoituksella $d_2 + d_4 = 0$. Vastaava bruttoinvestointifunktio on:

(4.39) $IB_t = \alpha\, h\, Q_t + \beta\, \Delta M_{t_i} + \beta\, h\, M_{t_i-1} + (\delta - h)\, K_{t-1}$.

Bruttoinvestointimalli (4.39) on sellaisenaan parametrien suhteen identifioituva.

Oletetaan seuraavaksi, että $g = h = 1$, jolloin pääomakanta on jokaisen ajanjakson päättyessä tasapainotilassa ja tuotannon odotukset ovat staattiset. Bruttoinvestointimalli on tällöin:

(4.40) $IB_t = \alpha\, Q_t + \beta\, M_{t_i} + (\delta - 1)\, K_{t-1}$

A priori voidaan olettaa, että $\alpha > 0$ ja $\beta < 0$. Muuttujan K_{t-1} parametrin etumerkki on negatiivinen, jos $\delta < 1$. Koska δ :sta on olemassa a priori informaatiota (saadaan pääomakannan laskemisen yhteydessä), jonka mukaan δ_a on likimäärin 0.016 (1.6 %), voidaan olettaa ($\delta - 1$):n estimaatin olevan negatiivinen.

Tarkastellaan seuraavaksi bruttoinvestointien perusmallia (4.35), joka on estimoinnin kannalta hankala muoto, sillä siinä on kaksi pääomakannan viivästettyä termiä. Koska
$e_o (K_{t-1} - K_{t-2}) + e_1 K_{t-1} = e_o IN_{t-1} + e_1 K_{t-1}$
$= (e_o + e_1) K_{t-1} - e_o K_{t-2}$, jossa e_o ja e_1 ovat mielivaltaisia vakioita, saadaan $e_o + e_1 = \delta$ ja $e_o = gh$. Tällöin yhtälö (4.35) saadaan muotoon:

$$(4.41) \quad IB_t = b_o + b_1 Q_t + b_2 \Delta M_{t_i} + b_3 M_{t_i - 1} + b_4 IN_{t-1} + b_5 K_{t-1},$$

jossa parametrit b_i ovat: $b_o = \gamma gh$, $b_1 = \alpha gh$, $b_2 = \beta g$, $b_3 = \beta gh$, $b_4 = (1-g)(1-h)$ ja $b_5 = \delta - gh$.
Kerroin γ on tällöin halutun pääomakannan yhtälön (4.29) vakiotermi. Investointifunktiosta (4.41) saadaan identifioiduksi struktuurimuodon kertoimet seuraavasti: $h = b_3/b_2$, $g = 1 - \frac{b_4 b_2}{b_2 - b_3}$, merkitään $f = (b_3/b_2)\left(1 - \frac{b_4 b_2}{b_2 - b_3}\right)$, jolloin $\gamma = b_o/f$,

$$\alpha = b_1/f, \quad \beta = \frac{b_2}{\left(1 - \frac{b_4 b_2}{b_2 - b_3}\right)} \quad \text{ja} \quad \delta = b_5 + f.$$

Pääoman kysyntäfunktion $K_t^d = \gamma + \alpha Q_t + \beta M_{t_i}$ pohjalta johdettu investointifunktio sisältää siis useita tärkeitä vaihtoehtoisia spesifikaatioita investointikysynnän suhteen. Estimoimalla yhtälö (4.41) edellä käsitellyillä kertoimia g ja h koskevilla rajoituksilla (erikoistapauksilla) saadaan huomattavasti lisäinformaatiota yleisemmänkin investointimallin (4.41) suhteen. Käyttämällä näitä kertoimia koskevia a priori rajoituksia voidaan testata simultaanisesti edellä olleita eri hypoteeseja investointitoimintaan vaikuttavista tekijöistä. Jos esim. viivästyksellä tapahtuva sopeutuminen tasapainotilaan on olennainen ilmiö, niin kertoimen g a priori rajoitusten avulla saadaan lisäinformaatiota sen testaamiseksi, poikkeaako g merkitsevästi ykkösestä. Jos taas sopeutuminen tasapainotasolle on nopeata, olisi g:n oltava likimäärin ykkönen. Vaikka siis yleinen malli (4.41) osoittautuisi empiirisesti "hyväksi", voidaan kertoimia koskevilla rajoituksilla suoritetuilla estimoinnilla saada tukea niille johtopäätöksille, joita mallista (4.41) johdetaan. Vaikka mallin (4.41) estimoinnissa osoittautuisi, että kertoimet g ja h ovat ei-negatiiviset ja poikkeavat merkitsevästi ykkösestä ja nollasta ($0 < g, h < 1$), on silti aiheellista tutkia, kuinka investointifunktio käyttäytyy, kun viivästyksiä ei esiinny ja/tai odotukset muodostuvat staattisesti. Pelkästään yleisempään malliin (4.41) liittyvät estimointiongelmat ja parametrien tulkintavaikeudet puoltavat yksinkertaistenkin hypoteesien testaamista. Varsinkin hypoteesien $g = 1$ ja/tai $h = 1$ testaaminen on tärkeätä, koska siten saadaan selville viivästyksen aiheuttajien keskinäinen merkitys ts. hidas sopeutuminen tasapainotilaan versus odotustekijöiden vaikutus. Aikaisemmin osoitettiin, että yhdistetyn sopeutus- ja odotusmallin pohjalta johdetussa investointifunktiossa ei voida identifioida erilleen sopeutushypoteesia (g) ja tuotannon tai rahoituksen saatavuuden odotushypoteesia (h). Tästäkin syystä edellä olleiden erikoistapausten vertailu yhdistettyyn akseleraatioteoreettiseen sopeutus- ja odotusmalliin on varsin ratkaisevaa.

Erikoisesti on syytä huomata, että mallissa (4.41) kertoimet g ja h ovat symmetriset muuten paitsi muuttujan $\_ M_{t_i}$ suhteen, jonka parametri oli βg. Jos siis kerroin $\beta \approx 0$, päädytään myös mallin (4.41) pohjalta yhdistettyyn akseleraatioteoreettiseen sopeutus- ja odotusmalliin, jossa rahoitusmuuttuja M_{t_i} ei ole eksplisiittisesti vaikuttamassa haluttuun pääomakantaan ja jossa kertoimia g ja h ei voida identifioida erilleen.

4.3.2. Rahoituksen saatavuusodotukset

Edellä käsitellyt mallit perustuivat optimaaliseen pääomakantaan, joka riippui lineaarisesti tuotannosta (Q) ja rahoituksen (luoton) saatavuudesta (M). Muuttuja Q määräytyi adaptiivisella odotusmallilla, kun taas rahoitusmuuttuja M esiintyi ex post -muodossa. Seuraavassa oletetaan, että myös rahoitusmuuttuja M vaikuttaa halutun pääomakannan (haluttujen investointien) määräytymiseen siihen kohdistuvien odotusten välityksellä. Muuttuja M^e mittaa tällöin rahoituksen (luoton) saatavuuden odotettua kehitystä eli luvun 3.4 analyysin valossa rahoitusmarkkinoiden odotettua kireyttä. Luvussa 3.4.1.3 esitettiin hypoteesi normaalisesta luoton saatavuudesta, jonka ympärillä tapahtuvat suhdannetilanteesta (vientikysynnästä ja voittojen kehityksestä) riippuvat vaihtelut. Devalvaatioiden johdosta ne ovat voineet olla hyvinkin epäsystemaattisia ts. ne eivät ole tarkoin seuranneet normaalia suhdannekiertoa (ks. kuvio s. 49). Luvussa 5.2 tarkastellaan lähemmin tällaisen epäsystemaattisen odotusten muodostumisen implikaatioita suoritetun analyysin kannalta. Investointifunktio voidaan nyt johtaa seuraavista yhtälöistä, jotka ovat investointifunktion perushypoteesi:

(4.42) $K_t^d = \alpha\, Q_t^{e_1} + \beta\, M_{t_i}^{e_2}$

(4.43) $K_t - K_{t-1} = g\,(K_t^d - K_{t-1})$

(4.44) $Q_t^{e_1} - Q_{t-1}^{e_1} = h\,(Q_t - Q_{t-1}^{e_1})$

(4.45) $M_{t_i}^{e_2} - M_{t_i-1}^{e_2} = v\,(M_{t_i} - M_{t_i-1}^{e_2})$

Yläindeksit e_1 ja e_2 viittaavat siihen, että Q:lla ja M:llä on erilaiset odotusmallit (viivästysrakenteet), jos $h \neq v$. Optimaalisen pääomakannan yhtälö voidaan tällöin osoittaa seuraavaksi:

(4.46) $K_t^d = \alpha\, h \sum_{j=o}^{\infty} (1-h)^j\, Q_{t-j} + \beta\, v \sum_{j=o}^{\infty} (1-v)^j\, M_{t_i-j}$

Pääomakannan määräytymisyhtälö voidaan nyt saattaa muotoon:

$$(4.47) \quad K_t = \alpha gh \Delta Q_t + \alpha ghvQ_{t-1} + \beta gv \Delta M_{t_i} + \beta ghv M_{t_i-1} + (3-g-h-v)K_{t-1} - ((1-h)(1-g) + (1-v)(1-g) + (1-h)(1-v))K_{t-2} + (1-v)(1-h)(1-g)K_{t-3}$$

Jos v = 1 eli $M_t^e = M_t$ (staattiset luotonsaatavuuden odotukset), yhtälö (4.47) on sama kuin aikaisemmin esillä ollut malli (4.32), josta saatiin bruttoinvestointifunktio (4.41). Jos pääomakannan sopeutuminen halutulle tasolle tapahtuu ilman viivästyksiä (g = 1), pääomakanta määräytyy yhtälöstä:

$$(4.48) \quad K_t = \alpha h \Delta Q_t + \alpha hvQ_{t-1} + \beta v \Delta M_{t_i} + \beta hvM_{t_i-1} + ((1-h) + (1-v)) K_{t-1} - (1-h)(1-v) K_{t-2}$$

Yhtälöä (4.48) vastaava nettoinvestointifunktio on:

$$(4.49) \quad IN_t = a_{31} \Delta Q_t + a_{32}Q_{t-1} + a_{33} \Delta M_{t_i} + a_{34}M_{t_i-1} + a_{35}IN_{t-1} + a_{36} K_{t-2},$$

jossa parametrit ovat: $a_{31} = \alpha h$, $a_{32} = \alpha hv$, $a_{33} = \beta v$, $a_{34} = \beta hv$, $a_{35} = 1-h-v$ ja $a_{36} = -hv$.
Malli (4.49) olisi estimoitava joko lineaarisilla rajoituksilla tai iteratiivisesti, jotta struktuurimuodon kertoimet saataisiin identifioiduksi. Yhtälöitä (4.48) ja (4.49) vastaava bruttoinvestointifunktio on tutkimuksen empiirisessä osassa estimoitu. Ts. oletuksilla, että g=1 ja $0 < h, v < 1$, jolloin viivästysvaikutukset tulevat siis tuotannon ja rahoituksen saatavuuden odotusten muodossa.

Yhtälöä (4.49) vastaava bruttoinvestointifunktio on:

$$(4.50) \quad IB_t = a_{41} \Delta Q_t + a_{42}Q_{t-1} + a_{43} \Delta M_{t_i} + a_{44} M_{t_i-1} + a_{45} IN_{t-1} + a_{46} K_{t-1},$$

jossa parametrit a_{4i} $(i = 1, 2, 3, 4)$ ovat samat kuin mallissa (4.49) parametrit a_{3i} (kun $i = 1, 2, 3, 4$). Parametrit $a_{45} = (1-h)(1-v)$ ja $a_{46} = \delta - hv$. Investointifunktion (4.50) estimointi on käytännössä varsin hankalaa eikä struktuurimuodon kertoimia voida identifioida. Tulokset tämän mallin osalta ovatkin varsin tentatiivisia ja niitä tarkastellaan lähinnä mallin selityskyvyn ja parametrien merkitsevyyden valossa verrattuna aikaisemmin esillä olleisiin malleihin, joissa rahoituksen saatavuus ei ollut odotusmuodossa eksplisiittisesti mukana. Huomattakoon kuitenkin, että mallista (4.50) voidaan päätellä parametrien a priori etumerkki, koska struktuurimuodon kertoimien etumerkit tiedetään (ks. luku 5.2).

Jos oletetaan, että $h = 1$ eli tuotannon odotukset ovat staattiset adaptiivisessa mielessä, mutta toisaalta $0 < g, v < 1$, saadaan malli, jossa sopeutushypoteesi on yhdistetty rahoituksen saatavuuden odotuksiin. Malli on:

$$(4.51) \quad IB_t = a_{50} + a_{51}M_{t_i} + a_{52}\Delta Q_t + a_{53}Q_{t-1} + a_{54}IN_{t-1} + a_{55}K_{t-1}.$$

Mallin (4.51) struktuurimuodon kertoimet ovat identifioituvia ja ne saadaan relaatioista:

$a_{50} = \gamma gv$, $a_{51} = \beta gv$, $a_{52} = \alpha g$, $a_{53} = \alpha gv$, $a_{54} = (1-g)(1-v)$ ja $a_{55} = \delta - gv$, jolloin $v = a_{53}/a_{52}$ ja $g = 1 - (a_{54}a_{52})/(a_{52}-a_{53})$. Merkitään $f = (\frac{a_{53}}{a_{52}})(1 - \frac{a_{54}a_{52}}{a_{52} - a_{53}})$, jolloin $\gamma = a_{50}/f$,

$$\beta = a_{51}/f, \quad \alpha = \frac{a_{52}a_{53}}{a_{52}\,f} = \frac{a_{53}}{f} \quad \text{ja} \quad \delta = a_{55} + f.$$

Mallia (4.51) vastaava halutun pääomakannan yhtälö on siis:

$$(4.52) \quad K_t^d = \gamma + \alpha Q_t + \beta M_{t_i}^e.$$

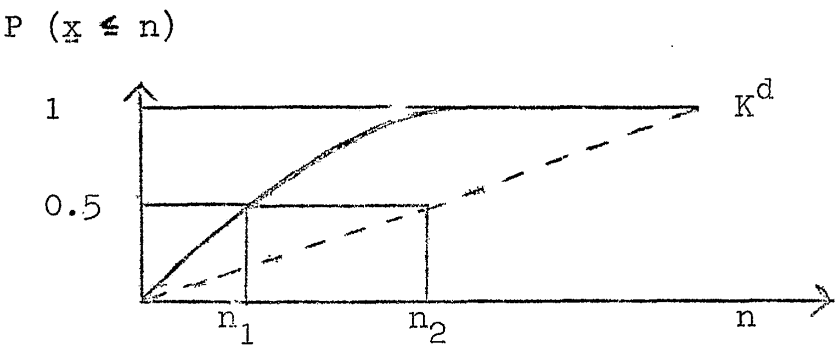
4.4. Ehdolliset viivästysfunktiot

Seuraava tarkastelu liittyy lähinnä luvun 4.3 malleihin, mutta se voidaan yleistää koskemaan esim. akseleraatioteoreettista yhdistettyä sopeutus- ja odotusmallia (luvut 4.1 ja 4.2) tai rationaalisia viivästysfunktioita. - Aggregaattitasolla (myös mikrotasolla) investointiprosessin viivästysrakenne voi syntyä useista eri syistä, kuten edellisissä luvuissa on todettu. Oletetaan, että investointitoiminnan viivästysrakennetta kuvaavat satunnaismuuttujat $\underline{y}$ ja $\underline{x}$. Muuttuja $\underline{y}$ kuvaa rahoituksen saatavuuden (rahoitusmarkkinoiden kireyden) aiheuttamia viivästyksiä pääomakannan sopeutumisessa optimaaliselle tasolleen. Muuttuja $\underline{x}$ kuvaa niitä pääomakannan sopeutumisessa optimaaliselle tasolle esiintyviä viivästyksiä, jotka johtuvat itse investointiprosessin luonteesta ts. teknisiä ja institutionaalisia tekijöitä. Muuttuja $\underline{x}$ vastaa siis osittaisen sopeutuksen hypoteesiin liittyvää todennäköisyysjakautumaa. Satunnaismuuttujiin $\underline{y}$ ja $\underline{x}$ liittyvät todennäköisyydet muodostavat yhdessä ko. muuttujien jakautuman. Luvussa 4.3.1 esillä ollut malli (4.33) kuvaa tällaista tilannetta. Mallista (4.33) havaitaan, että siinä on kaksi eri viivästysfunktiota, jotka yhdessä muodostavat mallin kokonaisviivästysrakenteen. Tuotantomuuttujan (Q) suhteen viivästysjakautuman kertymäfunktio on:

$$(4.53)\quad P\,(\underline{x} \leq n) = gh \sum_{i=0}^{n} (1-g)^{i} \sum_{j=0}^{n} (1-h)^{j}.$$

Kertymäfunktiosta (4.53) voidaan päätellä, kuinka suuri osa pääoman kysynnän muutoksen aiheuttamasta sopeutumisesta optimaaliselle pääomakannan tasolle on tapahtunut n:n ajanjakson kuluessa. Tilannetta havainnollistaa oheinen kuvio 4.4.1.

Kuvio 4.4.1



Kuviossa yhtenäinen käyrä osoittaa varsin nopeata sopeutumista pääomakannan optimaaliselle tasolle, kun taas katkoviivalla merkitty käyrä kuvaa hidasta sopeutumista. Nopean sopeutuksen tapauksessa on niiden periodien (n_1) lukumäärä, johon mennessä 50 % sopeutumisesta on tapahtunut, olennaisesti pienempi kuin hitaan sopeutuksen osalta (n_2).

Rahoituksen saatavuusmuuttujan M_{ti} suhteen viivästysjakautuman kertymäfunktio on:

$$(4.54) \quad P\ (\underset{=}{y} \leq k) = g \sum_{j=o}^{k} (1 - g)^j,$$

jossa elementit ovat geometrisen jakautuman todennäköisyyksiä, ts. muuttuja $\underset{=}{y}$ on jakautumaltaan GEOM(g). Tällöin $P(\underset{=}{y} = k) = (1-g)^k g$.

Käytännössä voitaneen useimmiten olettaa, että $\underset{=}{x}$ on riippumaton $\underset{=}{y}$:stä ($\underset{=}{x} \perp\!\!\!\perp \underset{=}{y}$). Kumpikin muuttuja vaikuttaa pääomakannan ja investointien tasoon tietyillä painoilla, jotka ovat todennäköisyyselementtejä ja joiden partiaalinen vaikutuksen aikaura saadaan lausekkeista (4.53) ja (4.54). Yhtälön (4.33) redusoidusta muodosta ilmenee näiden muuttujien yhteisvaikutus. Vaikka oletetaan, että $\underset{=}{x}$ on riippumaton $\underset{=}{y}$:stä eli investointitoiminnassa esiintyvät viivästykset voivat syntyä kahdesta toisistaan riippumattomasta syystä (edellä kahdesta päätekijästä), niin voi kuitenkin olla voimassa riippuvuus (ehto) $\underset{=}{x} + \underset{=}{y} = n$, jossa n on kiinteä kokonaisluku, joka aggregaattitasolla riippunee suhdannevaiheesta ja mikrotasolla esim. yrityksen koosta. Käytännössä on siis varsin epärealistista olettaa, että n olisi vakioluku. Sitä vastoin voitaneen olettaa, että parametri n on funktio tietyistä keskeisistä suhdannekehitystä kuvaavista muuttujista kuten esim. viennin ja voittojen kehityksestä. Ehto $\underline{x} + \underline{y} = n$ kuvastaa satunnaismuuttujien $\underline{x}$ ja $\underline{y}$ yhteisvaikutuksen pituutta ts. investointiprosessin eräänlaista normaalia (keskimääräistä) kestoaikaa[1] ja samalla muuttujien Q_{t-j} ja M_{t_i-1} aiheuttamaa kokonaisviivästystä. Esim. rahoitustekijöiden vaikutus investointitoimintaan voi tuntua yhden suhdannekierron aikana vain varsin lyhyen ajan ja keskittyä systemaattisesti tiettyyn suhdannevaiheeseen, jolloin luvun n ollessa suuri akseleraattorimuuttujan (Q) vaikutus investointeihin on pitempiaikainen ja voi tuntua koko suhdannekierron ajan vaikutuksen suunnan ja suuruuden riippuessa kuitenkin suhdannetilanteesta.

Oletetaan analyysin yksinkertaistamiseksi, että satunnaismuuttujat $\underline{x}$ ja $\underline{y}$ ovat molemmat geometrisesti jakautuneita samalla parametrilla u, siis GEOM(u). Tulokset ja analyysi ovat kuitenkin yleistettävissä mille tahansa jakautumaoletuksille (esim. $\underline{x}$ olisi Pascalin jakautumaa noudattava ja $\underline{y}$ rationaalisen viivästysfunktion mukainen). Yleisemmät oletukset vaatisivat kuitenkin vankkaa talousteoreettista tukea viivästysfunktioiden perustaksi (ks. luku 6. viivästysfunktioiden teoreettinen perusta). Edellä olleen yksinkertaisen kehikon pohjalta voidaan analysoida, mikä on $\underline{y}$:n ts. rahoitusmuuttujan M ehdollinen jakautuma (ehdollinen viivästysfunktio), kun $\underline{x} + \underline{y} = n$. Tällöin $\underline{z} = \underline{x} + \underline{y}$ on jakautumaltaan PASCAL (2,u) eli toisen asteen Pascalin jakautuma para-

1. Investointiprosessin empiirisistä kestoaikatutkimuksista ks. mm. MAYER, T.: "Plant and Equipment Lead Times", (1960), s. 127-132.

metrein 2 ja u. Todennäköisyyselementit eli viivästysfunktiota vastaavan lukujonon $\{c_i\}$ yleinen termi saadaan lausekkeesta:

$$(4.55)\quad P\,(\underline{y} = k \mid \underline{x} + \underline{y} = n) = \frac{P\,(\underline{y} = k)\; P\,(\underline{x} = n - k)}{P\,(\underline{z} = n)} =$$

$$= \frac{(1-u)^k\, u\, (1-u)^{n-k}\, u}{\binom{n+1}{n}\, (1-u)^n\, u^{n+1-n}\, u} = \frac{1}{1 + n}\,.$$

Rahoitusmuuttujan (luoton saatavuuden) M vaikutusta kuvaavan satunnaismuuttujan $\underline{y}$ ehdollinen jakautuma (ehdollinen viivästysvaikutus) on tasainen tiheysfunktiolla: $f_{\underline{y}}(y) = \left[1/(n+1)\right] \emptyset \;(y \in A)$. Siis jakautuma on riippumaton k:sta ja jokainen $\underline{y}$:n arvo on yhtä todennäköinen. Näin ollen rahoitustekijän investointivaikutukseen liittyvä ehdollinen viivästysfunktio implikoi sitä, että kun n on a priori tunnettu, niin ehdollisen viivästysfunktion painot (elementit) ovat jokainen 1/(n+1) ja niiden summa on siis yksi. Tällöin ehdollista viivästysrakennetta vastaavaa mallia estimoitaessa selittävänä muuttujana esiintyvä rahoitusmuuttuja M_{t_i} on tästä muuttujasta lasketun (n+1):n viivästetyn havainnon liukuva keskiarvo.

Ehdollisten viivästysfunktioiden merkitys on nähtävä ennen kaikkea luvun 6 tulosten valossa, jotka osoittavat, että viivästysfunktiota ei voida olettaa eksogeeniseksi (a priori annetuksi) investointianalyysissa, vaan sitä tulisi käsitellä endogeenisena osana investointiteoriaa. Tällöin ehdolliset viivästysfunktiot ovat eräs keino suorittaa viivästysrakenteen endogenisoiminen. Esim. rahoitus- ja akseleraattorimuuttujien viivästysvaikutus voitaisiin johtaa ehdolla, että pääomahyödykkeiden tarjoajien päätökset vaikuttavat esim. tuotannon viivästysvaikutukseen. Tällöin siis lähdettäisiin siitä, että investointitoiminnassa on kysymys pääomahyödykkeiden kysynnän ja tarjonnan simultaanisesta sopeuttamisesta kohden tiettyä optimaalista pääomakantaa ja että nämä sopeuttamisilmiöt (sopeutusurat) eivät ole toisistaan riippumattomia. Tällöin juuri pääomahyödykkeiden tarjonnan vaikutukset (tarjoajien reaktiot) muodostavat ehdon esim. tuotannon viivästysvaikutukseen investointien kysyntään. Ehdollisen tuotannon viivästysfunktion kytkeminen kiinteästi investointiteoriaan edellyttää kuitenkin pääomahyödykkeiden tarjoajien käyttäytymismallin eksplisiittistä konstruointia, jotta nämä tarjontavaikutukset voitaisiin liittää eksplisiittisesti tuotannon ehdollisen viivästysfunktion konstruointiin. Ehdollisen viivästysfunktion kautta olisi siis mahdollista kytkeä pääomahyödykkeiden tarjontavaikutukset investointiteoriaan, jolloin investointifunktion viivästysrakenne ei olisi enää a priori annettu (eksogeeninen), vaan se olisi endogeeninen muuttuja investointianalyysissa. - On kuitenkin korostettava, että edellä kehitelty analyysimetodi vaatisi lisäksi sekä pääomahyödykkeiden kysyjän että tarjoajan partiaalisten sopeuttamisurien (viivästysfunktioiden) endogenisoimista eli näiden sopeuttamismekanismien johtamista yrityksen käyttäytymisen teoriasta, jotta investointifunktion viivästysrakenteen endogeenisuus-eksogeenisuusdilemma tulisi kokonaisuudessaan ratkaistuksi. Ehdollisten viivästysfunktioiden perushyöty on tällöin siinä, että niiden kautta nämä kaksi eri sopeuttamisilmiötä, jotka riippuvat toisistaan, tulevat konsistentisti toisiinsa kytketyiksi, jolloin saavutetaan optimaalinen sopeuttamisura sekä pääomahyödykkeiden kysyjän että tarjoajan kannalta. - Toistaiseksi ei tiettävästi ole investointitutkimuksissa käytetty hyväksi ehdollisen viivästysrakenteen tarjoamia mahdollisuuksia poistaa nykyisen investointianalyysin puutteita, vaikka tämä olisi myös empiirisesti mahdollista nykyisen investointitutkimuksen kehittämien teorioiden ja metodien pohjalta. Tällaisen analyysin suorittaminen edellyttää kuitenkin varsin vaikeiden teoreettisten ja metodologisten ongelmien simultaanista ratkaisua.

5. EMPIIRISIÄ TULOKSIA

5.1. Muuttujien operationaaliset vastineet, uusintainvestointien teorian testaus ja estimointiongelmista

5.1.1. Keskeisimmät muuttujat

Seuraavassa on lyhyesti esitetty teoreettisten muuttujien operationaaliset vastineet ja käsitelty eräitä estimointiongelmia.[1] Käytetään merkintätapoja:

- $\bar{R}$ = vapausasteilla korjattu kokonaiskorrelaatiokerroin
- DW = jäännöstermin autokorreloituneisuutta mittaava Durbin - Watson -testiluku (ks. CHRIST (1966): s. 500-514 ja 525-531)
- SEE = estimaatin keskivirhe
- parametriestimaattien alla ovat näiden t-lukujen itseisarvot
- estimointimenetelmä on useimmissa tapauksissa traditionaalinen yhden yhtälön PNS-menetelmä.

Selitettävä muuttuja IB on bruttoinvestoinnit tehdasteollisuuden toimialoittain: puunjalostusteollisuus, metalliteollisuus ja muu tehdasteollisuus (ks. dataliite). Pääomakantamuuttuja K on laskettu investointikertymämenetelmällä (ks. dataliite). Pääomakannan muutos $K_t - K_{t-1} = IN_t$ kuvaa nettoinvestointeja.[2] Uusintainvestoinnit IR_t saadaan relaatiosta $IR_t = IB_t - IN_t = \delta_a K_{t-1}$. Uusintainvestointikäsite määräytyy sen mukaan, millaista poistomenetelmää pääomakantamuuttujaa laskettaessa sovelletaan. Koska käytetty pääomakantamuuttuja on ns. bruttopääomakanta, mittaa IR lähinnä teknistä kulumista ja poistumaa pääomakannasta (replacement = retirement + deterioration).[3] Tutkimuksessa ei katsottu

---

1. Tarkempi laskentatapa ja tilastolähteet ilmenevät dataliitteestä sekä liitteestä I.

2. Nettoinvestointikäsitteistä esim. KUH (1963): s. 73, GRILICHES (1963): s. 117-125.

3. GRILICHES (1963): s. 119-120, 123.

aiheelliseksi lähteä ns. taloudellisen kulumisen (exhaustion, obsolescence)[1] huomioon ottamiseen pääomakantalaskelmissa, koska mitään perusaineistoa sen suorittamiseksi ei ollut saatavilla.

Uusintainvestointien suhteellista osuutta pääomakannasta kuvaava kertoimen δ a priori arvo δ_a saadaan pääomakannan laskemisen yhteydessä relaatiosta:

$$(5.1.1.)\quad \delta_{at} = \frac{IB_t - (K_t - K_{t-1})}{K_{t-1}} = \frac{IR_t}{K_{t-1}},$$

Vakio δ_a saadaan aineistosta keskiarvona

$$(5.1.2.)\quad \delta_a = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} \delta_{at},$$

jossa n on vuosihavaintojen lukumäärä ja t = 1948, 1949,..., 1970. Parametrin δ_a arvo Suomen tehdasteollisuudessa on likimäärin 0.016 (1.6 % vuodessa).[2] Parametrin δ_a (1.6 %) varianssi Var (δ_a) laskettuna δ_{at} havaintosarjasta on noin 0.3, joten δ_a on ollut varsin stabiili ajassa. Edellä todettiin, että kerroin δ_a mittaa lähinnä pääomakannan teknistä kulumista ja kannasta tapahtuvaa poistumista. USA:ssa suoritetuissa tutkimuksissa δ:n on todettu vaihtelevan tehdasteollisuuden aloittain 0.011 ja 0.028:n välillä (ks. JORGENSON (1964, Brookings): s. 74).

5.1.2. Uusintainvestointien teorian testaus

Estimoitaessa investointifunktioita ei kerrointa δ ole yleensä tutkimuksessa rajoitettu sen a priori arvoon johtuen pääomakannan laskemiseen liittyvistä vaikeuksista ja lisäksi IR:n määrittelytavasta. Pääomakantamuuttuja K on siis malleissa mukana selittävänä muuttujana, jolloin δ estimoidaan sen kertoimena. Tällöin voidaan testata:

---

1. GRILICHES (1963): s. 119-120, 123.
2. Pienet tehdasteollisuuden aloittaiset erot ilmenevät dataliitteestä.

1) kertoimen δ estimaatin $\hat{\delta}$ poikkeamista nollasta (t-testi parametrin estimaatin merkitsevyydelle) ja
2) kertoimen δ estimaatin $\hat{\delta}$ ja δ_a:n erotuksen ($\hat{\delta} - \delta_a$) merkitsevyyttä tietyillä oletuksilla $\hat{\delta}$:n ja δ_a:n jakautumista. Näin saadaan eräänlainen kaksiosainen testi uusintainvestointien teorialle (vrt. luku 2.3: uusintainvestointien teoria).

Uusintainvestointien teorian 1)-testi saadaan siis tutkimalla kertoimen δ estimaatin poikkeavuutta nollasta. Jos uusintainvestoinnit eivät ole vakiosuhteessa pääomakantaan, ei ole mitään syytä, miksi pääomakantamuuttujan K kerroin eroaisi merkitsevästi nollasta regressiomalleissa. Soveltamalla tavallista t-testiä, havaitaan, että $\hat{\delta}$ on useimmissa malleissa 2-4-kertainen hajontaansa nähden (ks. taulukot 5.3.1, 5.3.2, 5.3.4, 5.4.1, 5.4.2, 5.5.1 ja 5.5.2). Nollahypoteesia, jossa uusintainvestoinnit ovat vakiosuhteessa pääomakantaan, ei siis voida hyljätä.

Uusintainvestointien teorian tärkeimpänä testinä voidaan kuitenkin pitää edellä mainittua 2)-testiä eli kertoimen δ estimaatin poikkeavuutta δ:n a priori arvosta. Sektoreittain ovat δ_a:n arvot:

Sektori	δ_a	δ_a (%)	$\delta_a \pm$ Var(δ_a)	Var (δ_a) (δ_a prosentteina)
Tehdasteollisuus	0.016	1.6	1.3 - 1.9 (0.013 - 0.019)	0.3
Puunjalostusteollisuus	0.017	1.7	1.2 - 2.2 (0.012 - 0.022)	0.5
Metalliteollisuus	0.016	1.6	1.4 - 1.8 (0.014 - 0.018)	0.2
Muu tehdasteollisuus	0.016	1.6	1.5 - 1.7 (0.015 - 0.017)	0.1

Testi 2) on suoritettu oletuksella, että tavanomainen t-testi nollahypoteesille - erotus ($\hat{\delta}$ - δ_a) ei ole merkitsevä - täyttää jakautumien riippumattomuusehdon. Vaikka tämän perusoletuksen paikkansapitävyydestä ei ole varmuutta, sovellettiin ko. testiä kuitenkin paremman puutteessa. Tulokset osoittivat, että

1) tehdasteollisuudessa nollahypoteesi joudutaan hylkäämään suoritetuista kahdeksasta testistä neljä kertaa (0.05 %:n tasolla), ks. taulukot 5.3.1 ja 5.3.2,
2) puunjalostusteollisuudessa nollahypoteesi jouduttiin hylkäämään vain kahdessa tapauksessa kahdeksasta testistä,
3) metalliteollisuudessa nollahypoteesi jouduttiin hylkäämään kaikissa kahdeksassa testissä ja
4) muussa tehdasteollisuudessa nollahypoteesi jouduttiin hylkäämään viidessä tapauksessa kahdeksasta testistä.

Yhteensä siis nollahypoteesia, että kertoimen δ estimaatti $\hat{\delta}$ ei poikkea merkitsevästi δ_a:n arvosta, ei voitu hyväksyä 19 testissä suoritetuista 32 testistä. Hylkäämisprosentti oli siis 59 %. Toisaalta kuitenkin edellä todettiin, että δ:n estimaatti $\hat{\delta}$ poikkeaa lähes kaikissa tapauksissa merkitsevästi nollasta. Tuloksissa on kuitenkin selvää systemaattisuutta, koska kaikissa tapauksissa, joissa nollahypoteesi jouduttiin hylkäämään, oli δ:n estimaatti $\hat{\delta}$ suurempi kuin δ:n a priori arvo δ_a. Tulokset testien 1) ja 2) pohjalta viittaavat siihen, että a) uusintainvestoinnit ovat suhteessa pääomakantaan ja b) suhdeluku vaihtelee huomattavasti sektoreittain riippuen ilmeisesti eri sektoreiden pääomakannan ikärakenteen eroista sekä c) pääomakantamuuttujaa K laskettaessa on otettu huomioon myös pääoman kulumista "taloudellisessa" mielessä, koska nollahypoteesin hylkäämistapauksissa $\hat{\delta}$ oli aina δ_a:ta suurempi. Käytännössä tämä merkitsee, myös sitä, että käytetty pääomakantamuuttuja K ei ole puhdas bruttopääomakanta, mikä voi johtua mm. siitä, että kantaa K laskettaessa ei ole ollut käytettävissä kyllin luotettavaa aineistoa pääomahyödykkeiden kestoiästä Suomen oloissa (ks. esim. GRILICHES (1963): s. 118-125, erityisesti luku 2. "Which Concept of Capital?").

5.1.3. Estimointiongelmista

Myös pääomakertoimen $\alpha = K/Q$ a priori kerroin saadaan laskettuksi ex post -aineistosta ja sitä voidaan käyttää eräissä joustavan akseleraatioteorian malleissa parametrien identifioimiseksi. Pääomakertoimen α a priori arvo α_a saadaan relaatiosta

$$(5.1.3) \quad \alpha_a = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^{n} (K/Q)_t,$$

jossa $(K/Q)_t = \alpha_{at}$ (havaintosarja α_{at} sektoreittain on esitetty dataliitteessä). Pääomakertoimen α_a vuosiarvo ja hajonta $S(\alpha_a)$ tehdasteollisuuden aloittain on:

Sektori	α_a	$S(\alpha_a)$
Tehdasteollisuus	2.95	0.19
Puunjalostusteollisuus	4.55	0.23
Metalliteollisuus	2.06	0.17
Muu tehdasteollisuus	2.30	0.15

Kertoimien δ ja α a priori arvoilla saadaan eräät yhdistettyä sopeutus- ja odotusmuotoa olevat mallit (4.37, 4.40, 4.41)[1] identifioiduksi parametrien suhteen. Koska δ_a:n ja α_a:n hajonnat myös tunnetaan, saadaan riippumattomuusoletuksilla ($\delta_a \perp\!\!\!\perp \hat{g}, \hat{h}$ ja/tai $\alpha_a \perp\!\!\!\perp \hat{g}, \hat{h}$) mallien muiden kertoimien eh-

1: Ks. taulukot 5.2.3, 5.2.6 ja 5.5.3 (estimaattiliite) dolliset hajonnat: D ($\hat{g}$ | $\underline{\delta}_a$), D ($\hat{h}$ | $\underline{\delta}_a$), D ($\hat{g}$ | $\underline{\alpha}_a$) ja D ($\hat{h}$ | $\underline{\alpha}_a$). Koska riippumattomuusoletusta ei voida testata, on saatuihin hajontoihin ja siten parametrien t-lukuihin suhtauduttava varauksella (ks. CRAMER (1966): s. 268, JOHNSTON (1963): s. 26, CHRIST (1966): s. 495-502).[1]

Malleissa (4.37), (4.40) ja (4.41) parametrit eivät sellaisenaan ole identifioituvia. Paitsi käyttämällä kertoimien $\hat{\delta}_a$ ja α_a arvoja (lähinnä $\hat{\delta}_a$:n arvoa) saadaan malleista parametrit identifioiduksi iteratiivisella estimoinnilla. - Iteratiivista estimointia on käytetty yhdistetyn sopeutuksen ja adaptiivisen odotushypoteesin pohjalta johdetuissa malleissa (ks. taulukot 5.4.3 ja 5.5.4), kun mallin parametrit ovat identifioituvia redusoidussa muodossa, mutta struktuurimuodon kertoimia g, h tai h_e ei voida identifioida tai ne eivät ole välillä (0, 1).[2] Vastaava tulos olisi saatu myös kvadraattisella ohjelmoinnilla (ts. g, h ja h_e kuuluvat väliin (0, 1)). Iteratiivinen estimointi perustuu siihen, että muuttujien Q ja EP odotussarjat on eksplisiittisesti konstruoitu adaptiivisen odotushypoteesin pohjalta. Esim. $Q_t^e = (1-h)\, Q_{t-1}^e + h\, Q_t$. Ts. Q_t^e noudattaa ensimmäisen kertaluvun differenssiyhtälöä. Valitsemalla h:n arvo voidaan koko Q_t^e aikasarja konstruoida kokeellisesti, jos lähtöarvo Q_0^e on annettu. Ottaen huomioon odotushypoteesiin liittyvät identifiointivaikeu-

1. A priori estimaattien käytöstä ks. esim. MEYER - KUH (RES, 1957) "How extraneous are extraneous estimates", s. 380-393.

2. Kutakin h:n tai h_e:n arvoa vastaava Q_t^e tai EP_t^e on mallissa selittävänä muuttujana. Iteratiivisesti saadaan konsistentteja estimaatteja, jotka ovat asymptoottisesti harhattomia ja tehokkaita (DHRYMES (1969): s. 116-119, KOYCK (1954): s. 77-84). Odotuskertoimen estimaatti ($\hat{h}$, $\hat{h}_e$) on kokonaiskorrelaation ($\bar{R}$) maksimoiva arvo. Siis estimointia varten havaintosarjat Q^e ja EP^e on generoitu differenssiyhtälön 4.4 ja yhtälön $EP_t^e - EP_{t-1}^e = h_e\, (EP_t - EP_{t-1}^e)$ avulla (ko. taulukot 5.4.3 ja 5.5.4, estimaattiliite).

det katsottiin riittäväksi käyttää h:n arvoja h = 0.1, 0.2, ..., 0.9. Lähtöarvona Q_0^e käytettiin vuosien 1947-1950 ex post -havaintojen keskiarvoa, jotta estimointiperiodin ensimmäisen vuoden (ja ylipäätänsä yhden periodin) havainto ei vaikuttaisi liiaksi Q_t^e sarjan alkuvuosien havaintoihin (ks. esim. SOLOW (1969): s. 8).

Iteratiivisen estimoinnin tuloksista malleille (4.37), (4.40) ja (4.41) on esitetty taulukoissa 5.4.3 ja 5.5.4 tulos, jolla $\bar{R}$ saa maksiminsa. Tulos on siis saatu tietyllä h:n tai h_e:n arvolla. Kunkin mallin yhteydessä on lisäksi esitetty $\bar{R}$:n ja h:n sekä h_e:n suurin ja pienin arvo (vaihteluväli). Tuloksista voidaan havaita, että kokonaiskorrelaatiokerroin $\bar{R}$ ei yleensä ole kovin herkkä h:n tai h_e:n vaihteluille, mikä johtunee adaptiivisen odotusmallin jäykkyydestä (kuvaa lähinnä pitkän aikavälin odotuksia).

5.2. Joustava akseleraatioperiaate ja rahoituksen saatavuus

Seuraavassa tarkastellaan empiirisiä tuloksia, jotka on saatu luvussa 4.3 johdetuista joustavan askeleraatioteorian malleista ja jotka sisältävät eksplisiittisesti odotusfunktiot tuotannolle ja/tai rahoituksen saatavuudelle (rahoitusmarkkinoiden kireydelle). Luvussa 3.4 esitettiin joustavan akseleraatioperiaatteen ja rahoituksen saatavuuskäsitteen pääperiaatteet, jotka ovat luvussa 4.3 esitettyjen mallien perustana. Luvussa 3.4.3 olivat lisäksi esillä neljä eri rahoituksen saatavuuden operationaalista vastinetta: RKi-muuttujat (i = 1, 2, 3, 4).

Taulukoissa 5.2.1 - 5.2.3 on esitetty luvun 4.3.1 bruttoinvestointimalleilla saadut tulokset. Näissä malleissa selittävinä muuttujina ovat tuotannon odotukset generoituna adaptiivisen odotusmallin avulla ja rahoituksen saatavuusmuuttuja ex post -muodossa. Taulukoissa 5.2.4 - 5.2.5 ovat luvun 4.3.2 malleilla saadut

TAULUKKO: 5.2.1

Tuotanto-odotukset ja rahoituksen saatavuus

Malli

(4.41) $IB_t = b_o + b_1 Q_t + b_2 \Delta M_{t_i} + b_3 M_{t_i -1} + b_4 IN_{t-1} + b_5 K_{t-1}$

$K_t^d = \nu + \alpha Q_t^e + \beta M_{t_i}$, RKi:t (i = 1,...,4), ks. luku 3.4.3

(ks. luku 4.3.1 malli 4.41 ja luku 5.2)

2a)

	b_o	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	$\bar{R}$	DW	α (h)	β (g) 1a)
TEHD:										
1) RK1:	248.31	0.515 (4.56)	-1.194 (1.96)	-2.719 (4.28)	0.327 (1.86)	-0.130 (3.61)	0.966	1.74	0.211 (1.45)	-1.861 (1.12)
2) RK2:	806.84	0.645 (6.14)	-3.449 (1.83)	-5.776 (2.62)	0.425 (2.87)	-0.234 (5.10)	0.968	1.78	0.236 (1.67)	-2.116 (1.63)
3) RK3:	199.14	0.503 (4.58)	-0.127 (2.23)	-0.209 (2.68)	0.396 (2.44)	-0.156 (3.15)	0.969	1.77	0.190 (1.64)	-0.079 (1.61)
4) RK4:	167.60	0.479 (4.25)	-0.115 (2.22)	-0.190 (2.69)	0.393 (2.36)	-0.143 (2.78)	0.970	1.75	0.181 (1.65)	-0.072 (1.60)
PUJ:										
5) RK1:	81.96	1.089 (2.22)	-0.675 (1.73)	-1.078 (2.41)	0.526 (2.84)	-0.182 (1.70)	0.911	1.68	0.362 (1.60)	-0.359 (1.81)
6) RK2:	110.47	1.273 (4.51)	-1.025 (0.81)	-2.699 (1.56)	0.511 (3.92)	-0.265 (4.30)	0.920	2.33	0.368 (2.63)	-0.781 (1.31)
7) RK3:	38.18	1.254 (3.60)	-0.026 (0.50)	-0.073 (1.20)	0.469 (3.20)	-0.243 (2.93)	0.913	2.09	0.356 (2.81)	-0.021 (1.26)
8) RK4:	32.95	1.212 (3.33)	-0.031 (0.68)	-0.071 (1.20)	0.469 (3.15)	-0.231 (2.61)	0.913	2.12	0.392 (2.29)	-0.023 (1.35)

TAULUKKO: 5.2.1 (jatkoa)

2a)

	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5	$\bar{R}$	DW	α (h)	β 1a) (g)
MET: $										
9) RK1:	39.01	0.185 (2.19)	-0.154 (1.39)	-0.206 (1.52)	0.246 (0.84)	-0.052 (1.82)	0.928	1.61	0.080 (1.34)	-0.089 (1.73)
10) RK2:	118.65	0.215 (2.39)	-0.142 (0.20)	-0.677 (0.77)	0.168 (1.20)	-0.072 (1.03)	0.921	1.36	0.043 (4.76)	-0.136 (1.05)
11) RK3:	31.18	0.172 (1.83)	-0.019 (0.59)	-0.021 (0.84)	0.219 (1.15)	-0.089 (1.21)	0.919	1.45	0.052 (1.10)	-0.010 (3.01)
12) RK4:	28.63	0.175 (1.80)	-0.017 (0.60)	-0.019 (0.80)	0.315 (0.75)	-0.121 (1.11)	0.918	1.48	0.045 (1.11)	-0.006 (3.50)
MUT:										
13) RK1:	42.83	0.398 (4.01)	-0.202 (0.50)	-0.283 (1.24)	0.285 (1.14)	-0.135 (2.54)	0.971	2.09	1.001 (1.41)	-0.711 (0.28)
14) RK2:	$\beta > 0$									
15) RK3:	46.40	0.409 (4.64)	-0.032 (1.20)	-0.054 (1.76)	0.314 (1.40)	-0.144 (3.04)	0.973	2.20	0.167 (1.69)	-0.022 (1.45)
$ 16) RK4:	35.67	0.396 (4.50)	-0.025 (1.06)	-0.026 (1.80)	0.286 (1.28)	-0.137 (2.83)	0.973	2.20	0.048 (1.04)	-0.010 (7.95)

$: mallilla saatu selitys on esitetty kuvioissa 5.2.1 ja 5.2.2 - 5.2.4 (graafiliite).

1a): parametrin α alla on suluissa h:n estimaatti

parametrin β alla on suluissa g:n estimaatti

2a): kaikki RK-muuttujat ovat vuodella viivästettyjä, ts. M_{t_i} :ssä i = 1 tulokset. Näissä malleissa selittävinä muuttujina ovat tuotanto ex post -muodossa ja rahoituksen saatavuuden odotukset. Iteratiivisella estimoinnilla saadut tulokset ovat taulukossa 5.2.6.[1]

Verrattaessa joustavan akseleraatioteorian malleja seuraavassa luvussa 5.3 esitettäviin uusklassisen teorian pohjalta saatuihin malleihin (taulukot 5.3.1 - 5.3.2) havaitaan, että metalliteollisuudessa ja puunjalostusteollisuudessa akseleraatioteoreettisilla malleilla saadaan jonkin verran parempi selitys investointien vaihteluille ($\bar{R}$:llä mitattuna) kuin uusklassisen teorian pohjalta. Sitä vastoin koko tehdasteollisuuden ja muun tehdasteollisuuden tasolla selityskyvyn suhteen ei olennaista eroa voida havaita näiden kahden teorian pohjalta saaduissa tuloksissa. Lisäksi molempien teorioiden osalta paras selitys saadaan muun tehdasteollisuuden ja koko tehdasteollisuuden investointitoiminnalle. Samoin molemmista teorioista lähtien heikoin selitys saadaan puunjalostusteollisuuden investoinneille. Selityskyvyn suhteen parhailla malleilla saatu selitys on esitetty kuvioissa 5.2.1 - 5.2.4.[2]

Kaikista joustavan akseleraatioteorian malleista, joissa rahoituksen saatavuusmuuttuja on yhtenä selittäjänä joko ex post tai odotusmuodossa, saadaan ratkaistuksi sopeutuskerroin g sekä odotuskerroin tuotannon (Q) suhteen (h) ja odotuskerroin rahoituksen saatavuuden suhteen (v). Yleisemmissä malleissa, joissa oletetaan, että $0 < g, h, v < 1$, struktuurimuodon parametrien g, h ja v estimaatit eivät usein ole tällä välillä, jolloin siis investointien reaktio joidenkin tekijöiden muutoksen suhteen voi olla lyhyellä aikavälillä negatiivinen tai ykköstä suurempi (vrt. luku 6. endogeenisuus-eksogeenisuusongelma). Kaikista joustavan akseleraatioteorian malleista saadaan kuitenkin redusoidun muodon eli bruttoinvestointifunktion parametrien estimaattien a priori

1. Taulukot 5.2.3, 5.2.5 ja 5.2.6 on esitetty estimaattiliitteessä.
2. Tehdasteollisuuden alakohtaiset kuviot 5.2.2 - 5.2.4 on esitetty graafiliitteessä.

etumerkki määrätyksi. Oheisessa taulukossa 5.2.7 on esitetty eri mallien parametrien a priori etumerkki:

Taulukko: 5.2.7

Mallien (4.41), (4.39), (4.37), (4.40), (4.50) ja (4.51) parametrien *a priori* -rajoitukset

Malli	Positiivinen	Negatiivinen
(4.41)	b_1, b_4	b_2, b_3, b_5
(4.39)	e_1	e_2, e_3, e_4
(4.37) ja (4.40)	d_1	d_2, d_3
(4.50)	a_{41}, a_{42}, a_{45}	a_{43}, a_{44}, a_{46}
(4.51)	a_{52}, a_{53}, a_{54}	a_{51}, a_{55}

Taulukoiden 5.2.1 - 5.2.6 tuloksista havaitaan, että parametrien a priori -rajoitukset etumerkin suhteen ovat kaikissa malleissa täytetyt. Parametrien etumerkit määräytyvät relaatioista: $\alpha > 0$, $\beta < 0$, $0 < g, h, v < 1$, jolloin myös lausekkeet (1-g), (1-h), (1-v) sekä näiden summat ja tulot ovat positiivisia.

Rahoituksen saatavuusmuuttujien (rahoitusmarkkinoiden kireys) vaikutus investointitoimintaan on kaikilla tehdasteollisuuden sektoreilla negatiivinen. Eri rahoituksen saatavuutta indikoivien muuttujien (RKi, i = 1, 2, 3, 4) vaikutuksessa investointitoimintaan on kuitenkin merkittäviä eroja sektoreiden sisällä ja välillä. A priori voitaisiin olettaa, että rahoituksen saatavuudella on muussa tehdasteollisuudessa ja metalliteollisuudessa sekä siten keskimäärin koko tehdasteollisuudessa suurempi vaikutus investointeihin kuin puunjalostusteollisuudessa. Oletus perustuu siihen, että muussa tehdasteollisuudessa ja metalliteollisuudessa yritysten keskimääräinen koko on olennaisesti pienempi kuin puunjalostusteollisuudessa ja toisaalta yrityksen koko on kiinteässä suhteessa yrityksen neuvotteluasemaan luotonkysyntäprosessissa sekä yrityksen ja luotontarjoajien väliseen suhteeseen (ks. tarkemmat perustelut luvussa 3.4). Saadut tulokset tukevat varsin hyvin tätä a priori oletusta. Rahoitusmuuttujien vaikutus osoittautuu voimakkaimmaksi juuri muussa tehdasteollisuudessa, jossa yritysten keskimääräinen koko on pienin kaikista tehdasteollisuuden sektoreista. Sitä vastoin puunjalostusteollisuudessa RK-muuttujien parametrien estimaatit eivät useimmissa malleissa eroa merkitsevästi nollasta (t-testillä mitattuna).

Myös sektoreiden sisällä on eri RK-muuttujien välillä havaittavissa eroja. Kansainvälisestä suhdannekehityksestä olennaisesti riippuvassa vientiorientoituneessa puunjalostusteollisuudessa RK-muuttujat RK3 ja RK4 saavat eräissä malleissa nollasta merkitsevästi eroavan negatiivisen kertoimen (ks. taulukot 5.2.3, 5.2.4, 5.2.5 ja 5.2.6). Luvun 3.4.3 analyysin valossa voidaan olettaa, että RK3 ja RK4 muuttujat indikoivat paremmin puunjalostusteollisuuden investointitoiminnan ulkoisia rahoitusmahdollisuuksia kuin muuttujat RK1 ja RK2, koska muuttujat RK3 ja RK4 ottavat välillisesti huomioon viennin ja tuonnin vaikutuksen valuuttavarantomuuttujan SPN kautta. Rahoitusmarkkinoiden kireyttä kuvaavat muuttujat RK3 ja RK4, joissa pankkien keskuspankkivelan kustannukset ja keskuspankkivelan taso on suhteutettu keskuspankin valuuttavarannon kehitykseen, voivat kuitenkin välillisesti heijastaa myös ulkomaisen kysynnän (vientikysynnän) ja siis akseleraattorimuuttujan vaikutusta. Koska viennin kehitys vaikuttaa olennaisesti vientitulojen muodossa voittojen vaihteluihin, muuttujat RK3 ja RK4 indikoivat myös investointien omarahoitusmahdollisuuksien kehitystä. Kuten luvussa 3.4.3 todettiin, muuttujien RK1 ja RK2 tulkinta on selvempi kuin muuttu-

Kuvio: 5.2.1

Tuotanto-odotukset ja rahoituksen saatavuus

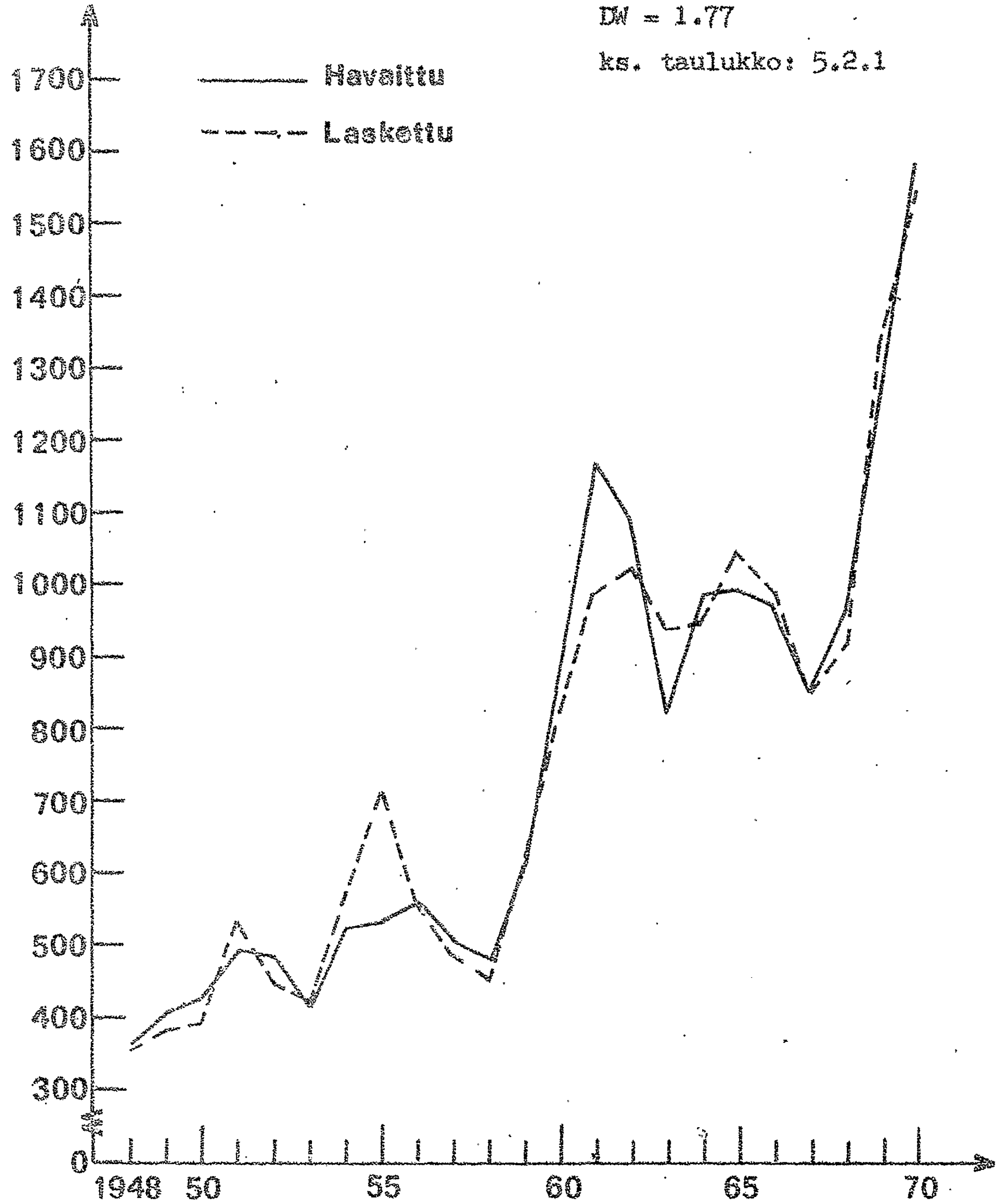
TEHDASTEOLLISUUS: luku 4.3.1, malli (4.41)

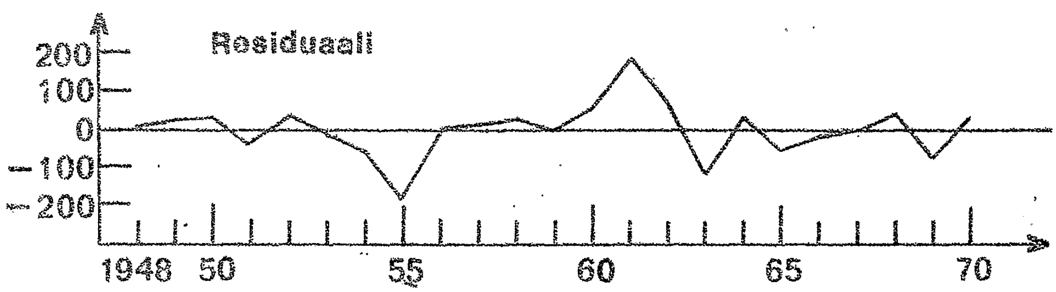
$$IB_t = 199.14 + \underset{(4.58)}{0.503}\, Q_t - \underset{(2.23)}{0.127}\, \Delta RK3_t - \underset{(2.68)}{0.209}\, RK3_{t-1} + \underset{(2.44)}{0.396}\, IN_{t-1} - \underset{(3.15)}{0.156}\, K_{t-1}$$

$\bar{R} = 0.969$

DW = 1.77

ks. taulukko: 5.2.1





Tehdasteollisuuden alakohtaiset kuviot 5.2.2 - 5.2.4 on esitetty graafiliitteessä.

jien RK3 ja RK4, joiden osalta erilaisten vaikutuskanavien erilleen identifiointi on empiirisesti erittäin hankalaa.

Varsin olennainen vertailu saadaan joustavan akseleraatioteorian ja uusklassisen teorian tulosten pohjalta, koska molemmissa selittävät muuttujat sisältävät akseleraatiotyyppisen ja rahoitusmuuttujan yhdistetyn vaikutuksen. Joustavassa akseleraatioteoriassa sekä tuotantoa että rahoituksen saatavuutta indikoiva muuttuja vaikuttaa lineaarisesti investointeihin. Uusklassisessa teoriassa tuotanto (pQ) ja rahoituksen kustannusmuuttuja (c tai korko (r)) vaikuttavat multiplikatiivisesti investointeihin ($K^d = a \frac{pQ}{c}$). Lisäksi luvussa 3.4.1 todettiin, että rahoituksen saatavuuskäsite sisältää myös rahoituksen kustannusvaikutusta eikä korko- ja saatavuusvaikutuksia yleensä voida erottaa toisistaan. Joustavan akseleraatioteorian ja uusklassisen teorian tulokset ovat eräiltä keskeisiltä osin varsin samansuuntaiset. Molemmissa tapauksissa akseleraattorimuuttujan (Q) vaikutus investointeihin on olennaisesti suurempi kuin rahoitusmuuttujan (RK tai korko) vaikutus ja uusklassisessa teoriassa suhteellisten hintojen (p/c tai p/r) vaikutus (ks. luvun 7. tulokset). Lisäksi viivästysfunktioista voidaan implisiittisesti päätellä, että investointien reaktio tuotannon muutoksen suhteen on olennaisesti nopeampi kuin reaktio rahoituksen saatavuuden tai suhteellisten hintojen ja koron suhteen.

Yhdistetyn osittaisen sopeutushypoteesin ja adaptiivisen odotusmallin pohjalta estimoiduissa malleissa viivästysvaikutuksen aikaura eroaa kuitenkin olennaisesti uusklassiseen teoriaan perustuvien mallien sopeutumisurasta optimaalisen pääomakannan tasolle. Joustavan akseleraatioteorian malleissa investointien reaktio tuotannon ja rahoituksen suhteen on voimakkain jo samana periodina kuin näissä tekijöissä tapahtuu muutos ja vaikutus pienenee sen jälkeen suhteellisen hitaasti, jolloin keskimääräinen viivästys on myös varsin pitkä. Akseleraatioteoreettisissa malleissa keskimääräinen viivästys (KV) on 3 - 7 vuotta, kun se uusklassisissa investointifunktioissa vaihtelee keskimäärin 1 - 3 vuoden välillä (taulukot 5.2.2, 5.2.3, 5.2.6, 5.3.1 ja 5.3.2). Lisäksi uusklassisessa teoriassa tuotannon ja suhteellisten hintojen sekä koron vaikutus on voimakkaimmillaan 1 - 2 vuoden viivästyksellä ja supppenee vasta sen jälkeen nopeasti (kuviot 5.3.1.a - 5.3.10a).

Joustavissa akseleraatiomalleissa sopeutus- ja odotushypoteesien erilleen identifiointi osoittautuu erittäin vaikeaksi. Lähinnä ylseisempien mallien (4.41) ja (4.50) erikoistapausten kautta voidaan varovasti päätellä g:n, h:n ja v:n vaihtelurajat. Sopeutuskerroin g on kaikissa malleissa 0.050 - 0.300:n välillä, mikä implikoi varsin hidasta pääomakannan sopeuttamista optimaaliselle tasolleen. Mallin (4.39) tulokset osoittavat tuotannon odotuskertoimen h vaihtelevan myös varsin pienissä rajoissa ollen keskimäärin 0.10 - 0.20 (taulukko 5.2.2), mikä viittaa siihen, että aikaisempien periodien tuotannon kehitys vaikuttaa varsin voimakkaasti tuleviin tuotanto-odotuksiin. Toisaalta iteratiivisen estimoinnin kautta (malli (4.41), taulukko 5.2.6) saadut tulokset osoittavat h:n vaihteluväliksi 0.2 - 0.9. Iteratiivisten mallien pohjalta saatuihin tuloksiin on kuitenkin suhtauduttava varsin suurella varauksella, koska DW-testi viittaa kauttaaltaan autokorreloituneeseen virhetermiin ja mitään taetta globaalisen maksimin löytämisestä korrelaatiokertoimelle $\bar{R}$ ei menetelmä anna. Tämä johtuu ennen kaikkea siitä, että eri h:n arvoilla (0.1 - 0.9) mallin selityskyky ($\bar{R}$) ja parametrien t-luvut vaihtelevat varsin pienissä rajoissa (ks. taulukko 5.2.6).

Rahoituksen saatavuuden odotusten muodostumisesta saadaan vain välillistä informaatiota mallin (4.50) tuloksista (taulukko

TAULUKKO: 5.2.2

Tuotanto-odotukset ja rahoituksen saatavuus

Malli (4.39)

Estimointi rajoituksella g = 1:

$$IB_t = e_o + e_1 Q_t + e_2 \Delta M_{t_i} + e_3 M_{t_i-1} + e_4 K_{t-1}$$

$$K_t^d = \gamma + \alpha Q_t^e + \beta M_{t_i},$$ RKi:t (i = 1,...,4), ks. luku 3.4.3+)

	e_o	e_1	$e_2 = \beta$	e_3	e_4	$\bar{R}$	DW	α	h	KV
TEHD:										
1) RK1:	203.38	0.551 (3.96)	-0.460 (0.67)	-0.721 (1.49)	-0.154 (2.52)	0.951	0.88	0.352	0.17	4.88 (2.56)
2) RK2:	719.59	0.639 (5.14)	-2.641 (1.20)	-5.012 (1.94)	-0.207 (3.90)	0.955	1.01	0.337	0.22	3.54 (4.11)
3) RK3:	185.53	0.468 (3.81)	-0.242 (1.34)	-0.231 (2.64)	-0.120 (2.24)	0.961	1.25	0.490	0.14	6.14 (2.30)
4) RK4:	151.46	0.444 (3.54)	-0.171 (1.32)	-0.213 (2.72)	-0.106 (1.93)	0.962	1.30	0.356	0.12	7.33 (1.99)
PUJ:										
5) RK1:	109.37	1.217 (2.11)	-0.524 (1.15)	-1.127 (2.13)	-0.188 (1.48)	0.798	0.90	0.566	0.20	4.00 (1.56)
6) RK2:	344.18	1.351 (3.56)	-0.967 (0.50)	-2.932 (1.26)	-0.263 (3.18)	0.850	1.12	0.466	0.28	2.57 (3.26)
7) RK3:	80.12	1.156 (2.70)	-0.029 (0.50)	-0.137 (1.56)	-0.198 (1.97)	0.865	1.13	0.245	0.21	3.76 (2.11)
8) RK4:	69.42	1.092 (2.46)	-0.031 (0.50)	-0.131 (1.67)	-0.178 (1.68)	0.867	1.20	0.258	0.20	4.00 (1.78)
MET:										
9) RK1:	44.95	0.199 (2.42)	-0.124 (1.20)	-0.190 (1.44)	-0.160 (0.85)	0.930	1.45	0.130	0.18	4.56 (1.11)
10) RK2:	123.68	0.215 (2.45)	-0.161 (0.26)	-0.711 (1.09)	-0.110 (1.20)	0.926	1.36	0.050	0.13	6.69 (1.35)
11) RK3:	40.70	0.199 (2.34)	-0.015 (0.20)	-0.022 (0.50)	-0.098 (1.11)	0.921	1.27	0.136	0.11	8.09 (1.30)
12) RK4:	41.91	0.208 (2.43)	-0.014 (0.21)	-0.017 (0.44)	-0.062 (1.10)	0.920	1.30	0.171	0.09	5.39 (1.28)
MUT:										
13) RK1:	20.72	0.412 (4.16)	-0.162 (0.20)	-0.128 (0.70)	-0.124 (2.35)	0.971	1.76	0.522	0.14	6.14 (2.46)
14) RK2:	-59.12	0.440 (4.76)	-0.461 (0.50)	-0.755 (0.80)	-0.137 (2.75)	0.970	1.66	0.269	0.15	5.66 (2.90)
15) RK3:	25.22	0.422 (4.70)	-0.022 (0.50)	-0.034 (1.23)	-0.133 (2.73)	0.972	1.80	0.273	0.15	5.66 (2.89)
16) RK4:	19.12	0.411 (4.63)	-0.019 (0.40)	-0.033 (1.40)	-0.122 (2.60)	0.972	1.83	0.237	0.14	6.14 (2.72)

+) $e_o = \gamma h$, $e_1 = \alpha h$, $e_2 = \beta$, $e_3 = \beta h$, $e_4 = \delta - h$

KV = keskimääräinen viivästys

RK-muuttujat vuodella viivästettyjä, ts. M_{t_i}:ssä i = 1.

TAULUKKO: 5.2.4

Joustava akseleraatiomalli ja rahoituksen saatavuusodotukset

Malli

(4.50) $IB_t = a_{40} + a_{41}\,\Delta Q_t + a_{42}Q_{t-1} + a_{43}\,\Delta M_{t_i} + a_{44}M_{t_i-1} + a_{45}IN_{t-1} + a_{46}K_{t-1}$

$$K_t^d = \nu + \alpha Q_t^{e_1} + \beta M_{t_i}^{e_2}$$, (ks. luvut 4.3.2 ja 5.2)

++)	a_{40}	a_{41}	a_{42}	a_{43}	a_{44}	a_{45}	a_{46}	$\bar{R}$	DW	hv+)
TEHD:										
1) RK1:	257.70	0.506	0.651	-0.978	-1.364	0.460	-0.214	0.965	1.57	0.23
		(3.20)	(4.22)	(2.10)	(2.12)	(2.57)	(3.48)			(3.61)
2) RK2:	926.08	0.587	0.720	-3.661	-6.758	0.381	-0.261	0.967	1.55	0.28
		(4.28)	(4.63)	(1.88)	(2.52)	(2.30)	(4.19)			(4.29)
3) RK3:	217.38	0.440	0.562	-0.142	-0.240	0.347	-0.174	0.968	1.68	0.19
		(3.00)	(3.96)	(2.29)	(2.63)	(1.93)	(3.05)			(3.26)
4) RK4:	176.25	0.443	0.515	-0.121	-0.203	0.365	-0.154	0.968	1.67	0.17
		(3.04)	(3.57)	(2.19)	(2.56)	(1.99)	(2.60)			(2.76)
PUJ:										
5) RK1:	16.36	1.011	1.506	-0.328	-0.256	0.694	-0.301	0.911	1.82	0.32
		(3.63)	(3.85)	(1.05)	(0.62)	(4.68)	(3.42)			(3.61)
6) RK2:	322.02	0.841	1.398	-1.298	-3.070	0.629	-0.291	0.918	1.66	0.31
		(3.01)	(4.01)	(0.96)	(1.60)	(4.40)	(3.84)			(4.08)
7) RK3:	34.93	0.828	1.349	-0.079	-0.099	0.612	-0.261	0.921	2.00	0.28
		(3.09)	(3.48)	(1.72)	(1.54)	(4.07)	(3.00)			(3.21)
8) RK4:	26.13	0.809	1.322	-0.079	-0.093	0.616	-0.251	0.926	2.12	0.27
		(3.13)	(3.44)	(2.03)	(1.67)	(4.14)	(2.87)			(2.98)
MET:										
9) RK1:	42.03	0.176	0.193	-0.160	-0.219	0.206	-0.054	0.924	1.56	0.07
		(1.76)	(1.93)	(1.43)	(1.40)	(0.80)	(1.20)			(1.31)
10) RK2:	137.17	0.193	0.257	-0.144	-0.782	0.213	-0.095	0.918	1.16	0.11
		(1.83)	(1.95)	(0.30)	(0.80)	(0.71)	(1.09)			(1.21)
11) RK3:	26.72	0.186	0.160	-0.022	-0.028	0.203	-0.073	0.914	1.53	0.10
		(1.68)	(1.47)	(0.40)	(0.60)	(0.60)	(0.51)			(0.71)
12) RK4:	24.34	0.189	0.161	-0.020	-0.025	0.219	-0.075	0.913	1.56	0.09
		(1.66)	(1.45)	(0.40)	(0.51)	(0.60)	(0.45)			(0.56)
MUT:										
13) RK1:	57.12	0.307	0.464	-0.180	-0.465	0.295	-0.160	0.971	2.06	0.18
		(2.09)	(3.66)	(1.80)	(1.47)	(1.20)	(2.61)			(2.81)
14) RK2:	-51.22	0.465	0.408	-0.355	-0.693	0.257	-0.128	0.967	1.77	0.14
		(3.89)	(3.14)	(1.86)	(1.53)	(0.57)	(1.91)			(2.01)
15) RK3:	49.08	0.362	0.449	-0.033	-0.063	0.271	-0.157	0.972	2.10	0.17
		(2.90)	(3.92)	(1.87)	(1.78)	(1.22)	(2.91)			(3.12)
16) RK4:	36.78	0.360	0.429	-0.024	-0.052	0.247	-0.144	0.972	2.09	0.16
		(3.00)	(3.76)	(1.80)	(1.79)	(1.09)	(2.97)			(3.16)

+): hv $= \delta - a_{46}$

++): $a_{40} = \nu h$, $a_{41} = \alpha h$, $a_{42} = \alpha hv$, $a_{43} = \beta v$, $a_{44} = \beta hv$, $a_{45} = (1-h)(1-v)$

$a_{46} = \delta - hv$

5.2.4), joissa on esitetty kertoimien h ja v tulon estimaatti ja sen t-luku. Jos tuotannon odotuskertoimen oletetaan mallin (4.39) tulosten perusteella olevan välillä 0.10 - 0.20, voidaan tulon hv estimaatin vaihteluvälin (noin 0.07 - 0.30) perusteella päätellä, että rahoituksen saatavuuden odotuskertoimen v estimaatti on kaikilla tehdasteollisuuden sektoreilla lähellä ykköstä. Tällöin siis rahoituksen saatavuuden odotuksiin ei edellisten periodien rahoituksen saatavuuden kehityksellä ole kovin suurta painoa. Ilmeistä kuitenkin on, että adaptiivinen odotusmalli on varsin epärealistinen rahoituksen saatavuuden odotusten kuvaaja johtuen mm. niistä voimakkaista vaihteluista, joita erityisolosuhteet (Korean suhdanne ja devalvaatiot) ovat aiheuttaneet rahoituksen saatavuuden vaihteluissa. Tutkimusperiodin (1948-1970) pituuden huomioon ottaen on myös mahdollista, että rahoituksen saatavuuden odotusten muodostumisessa on tapahtunut systemaattista muutosta erityisesti periodien 1948-1959 ja 1959-1970 välillä.

Luvussa 3.4.1 todettiin, että rahoituksen saatavuudella on mm. seuraavat vaikutukset investointitoimintaan: kustannusvaikutus, rajoittava vaikutus ja erilaiset välilliset ja välittömät odotusvaikutukset. Kustannus- ja rajoitusefektit implikoivat lähinnä sitä, että optimaalinen pääomakanta riippuisi välittömästi rahoituksen saatavuuden kehityksestä. Tällöin rahoitusmuuttujan luonne investointifunktiossa määräytyy yksikäsitteisesti sen pohjalta, miten rahoituksen saatavuus vaikuttaa optimaaliseen pääomakantaan. Rahoituksen saatavuuskäsitteen luvussa 3.4.1 esitettyä funktionaalista jakoa voitaisiin täsmentää siten, että kustannusvaikutus on osa välittömiä vaikutuksia sekä luotonkysyjän että luotontarjoajan käyttäytymiseen. Luoton saamisen kustannusefekti luoton kysyjille ilmenee mm. pidentyvinä luottoneuvotteluina, joiden aiheuttama viivästys investointien aloittamisessa voi merkitä pääomatappioita ts. menetettyjä pääomatuloja. Lisäksi suurempi osa rahoituksesta kuin yrittäjä haluaa joudutaan ehkä järjestämään lyhytaikaisilla luotoilla, joiden kustannus on pitkäaikaisia lainoja korkeampi. Uusklassisen teorian ja akseleraatioteorian pohjalta saatujen tulosten tietty yhdenmukaisuus rahoituksen saatavuusmuuttujien ja toisaalta suhteellisten hintojen sekä ennen kaikkea koron investointivaikutuksessa aikauran, keskimääräisen viivästyksen sekä sektoreiden väliset erot huomioon ottaen viitannee siihen, että rahoituksen saatavuusmuuttujilla (RKi:t) voidaan arvioida olevan myös kustannusefektiä ja että nämä kaksi tekijää - rahoituksen saatavuus ja korko tai pääoman kustannus c - olisi luotettavampien tulosten saamiseksi pystyttävä yhdistämään investointifunktioon ja siten analysoimaan simultaanisesti rahoituksen saatavuuden ja koron vaikutuksia. Suoritetun analyysin pohjalta ei juuri voine identifioida rahoituksen saatavuuden erilaisia odotusvaikutuksia. Jo teoreettisella tasolla erilaisten vaikutusten toisistaan erottaminen ja niiden mahdollisesti hyvinkin erilaisten odotusten muodostumismallien kehittäminen on toistaiseksi jokseenkin ratkaisematon ongelma. Empiirisistä tuloksista on myös varsin vaikea päätellä, kohdistuvatko odotusvaikutukset suoraan optimaalisen pääomakannan määräytymiseen vai ainoastaan investointien ajoitukseen ts. pääomakannan sopeutumisuraan halutulle tasolle. Jos lähtökohdaksi voitaisiin osoittaa vaikutus pääasiassa investointien ajoitukseen eri periodeille, rahoituksen saatavuus olisi liitettävä endogeeniseksi osaksi investointifunktion viivästysrakennetta, jolloin myös koko investointifunktion viivästysrakenne muodostuisi endogeeniseksi muuttujaksi analyysissa (vrt. luku 6.).

5.3. Uusklassisen teorian tuloksia

Uusklassisen teorian pohjalta saadut keskeisimmät tulokset on esitetty taulukoissa 5.3.1 - 5.3.4 ja kuvioissa 5.3.1.a - 5.3.10.a sekä kuvioissa 5.3.1.b - 5.3.9.b.[1] Seuraavassa tarkastellaan näitä tuloksia normaalein ekonometrisin kriteerein. Teorian syvällisempi testaus joustojen suhteen suoritetaan luvussa 7.

Taulukoissa 5.3.1 - 5.3.3 ovat yleisellä rationaalisella viivästysfunktiomallilla saadut tulokset (ks. luku 2.3 ja liite I. rationaalisista viivästysfunktioista). Taulukossa 5.3.4 ovat yhdistetyllä sopeutus- ja odotusmallilla saadut tulokset. Pääomapalvelusten käyttäjän hintaindeksinä c on käytetty muuttujia: $c_1 = q\ (r + \delta) - (\Delta\ q/q)$ ja $c_2 = r$. Muuttuja r on siis keskimääräinen antolainauskorko indeksilisineen (ks. dataliite). Kumpaakin c:n lauseketta voidaan pitää vain pääoman hinnan indikaattoreina ("proxy"-muuttujina), koska ne eivät ota huomioon yhtiöverotusta, varastojen aliarvostusta ja poistosäännösten vaikutusta, jotka vaikuttavat oman pääoman ja sisäisen rahoituksen kustannuksiin (ks. luku 7.4). Pääoman käyttäjän hintamuuttuja määräytyy todellisuudessa näiden kolmen eri rahoitusmuodon välityksellä (ulkoinen rahoitus omalla tai vieraalla pääomalla sekä sisäinen rahoitus voitoilla ja poistoilla). Käytetyissä c:n lausekkeissa tulee otetuksi huomioon välittömästi ainoastaan ulkoisen rahoituksen kustannuksiin keskeisesti vaikuttava tekijä korko ja nimenomaan korko suhteessa hintatasoon, koska optimaalinen pääomakanta määräytyi yhtälöllä: $K_t^d = a\ (\frac{p}{c})_t\ Q_t$. Vaikka nimellinen antolainauskorko indeksilisineen (ks. dataliite) onkin vaihdellut suhteellisen voimakkaasti, vaikuttavat pääomahyödykkeiden hintojen (q) vaihtelut silti enemmän c_1:n vaihteluihin kuin korko r. Vertaamalla sektoreittain c_1:llä ja c_2:lla saatuja tuloksia tau-

---

1. Taulukot 5.3.3 ja 5.3.4 on esitetty estimaattiliitteessä.

TAULUKKO: 5.3.1.

Regressiokertoimien estimaatit: malli (2.23) luku 2.3, rationaaliset viivästysfunktiot.

Uusklassinen teoria: $c_1 = q(r+\delta) - \frac{\Delta q}{q}$, $c_2 = r$, $K_t^d = a \frac{p_t Q_t}{c_t}$, $c_t = c_{1t}$ tai c_{2t}

++	as_0^+	as_1	as_2	w_1	w_2	δ	$\bar{R}$	DW	KV 1)	a
TEHD: $										
c_1:	1.264	0.755	1.854	0.368		0.027	0.964	2.03	1.52	2.83
	(3.42)	(1.89)	(2.89)	(2.27)		(2.09)				
c_1:	1.176	0.705	1.881	0.492	-0.225	0.027	0.962	2.10	2.11	3.04
	(2.81)	(1.66)	(2.85)	(2.25)	(1.48)	(1.80)				
$c_2^{\$}$:	1.443	1.229	2.102	0.395		0.026	0.971	2.23	1.42	3.42
	(3.01)	(2.55)	(2.80)	(2.11)		(2.23)				
$c_2^{\$}$:	1.517	1.304	2.090	0.369	-0.243	0.022	0.969	2.18	1.82	4.36
	(2.84)	(2.42)	(2.71)	(1.79)	(1.35)	(2.22)				
PUJ:										
c_1:	1.757	1.402	1.591	0.632	-0.261	0.019	0.881	1.78	1.12	2.47
	(1.99)	(1.13)	(0.98)	(2.12)	(1.05)	(1.82)				
c_1:	1.509	1.185	1.340	0.789		0.016	0.885	2.17	0.72	2.25
	(1.82)	(1.05)	(1.21)	(3.63)		(1.89)				
$c_2^{\$}$:	2.457	2.227	1.918	0.506	-0.289	0.016	0.913	1.84	1.26	5.42
	(2.95)	(2.82)	(1.62)	(2.11)	(1.78)	(1.86)				
c_2^{-}:	1.792	1.971	1.262	0.795		0.013	0.903	1.87	0.78	2.79
	(2.32)	(2.42)	(1.07)	(4.46)		(1.31)				

+ : parametriestimaattien alla ovat näiden t-lukujen itseisarvot
++: TEHD = koko tehdasteollisuus; PUJ = puunjalostusteollisuus
$: mallia vastaava viivästysfunktio u(L) esitetty kuvioissa 5.3.1.a - 5.3.5.a
- : mallilla saatu selitys esitetty kuvioissa 5.3.1.b ja 5.3.5.b (graafiliite)
1) KV = keskimääräinen viivästys

TAULUKKO: 5.3.2.

Regressiokertoimien estimaatit: malli (2.23) luku 2.3, rationaaliset viivästysfunktiot,

Uusklassinen teoria: $c_1 = q(r+\delta) - \frac{\Delta q}{q}$, $c_2 = r$, $K_t^d = a\frac{p_t Q_t}{c_t}$, jossa $c_t = c_{1t}$ tai c_{2t}

	as_0^+	as_1	as_2	w_1	w_2	δ	$\bar{R}$	DW	KV	a
MET:[1]										
c_1:	0.622 (2.61)	0.396 (1.38)	0.598 (1.43)	0.182 (1.73)	-0.238 (1.62)	0.057 (4.18)	0.954	1.69	1.83	1.71
$c_1^{\$}$:	0.671 (3.03)	0.351 (1.39)	0.596 (1.45)	0.182 (1.82)		0.052 (5.02)	0.954	1.77	1.12	1.36
$c_2^{\$}$:	0.568 (1.39)	1.102 (2.72)	0.373 (1.66)	0.209 (1.33)	-0.198 (1.41)	0.054 (3.68)	0.950	1.74	1.45	2.02
c_2:	0.610 (1.59)	1.102 (2.79)	0.371 (1.36)	0.210 (1.68)		0.050 (4.53)	0.953	1.81	1.30	1.72
MUT:[1]										
c_1:	0.711 (1.91)	0.414 (0.87)	0.851 (1.40)	0.502 (1.95)	-0.389 (1.42)	0.058 (2.16)	0.949	2.42	2.12	1.77
$c_1^{\$}$:	0.786 (2.15)	0.540 (1.21)	0.939 (1.59)	0.256 (1.89)		0.039 (1.95)	0.948	2.35	1.13	1.80
$c_2^{\$}$:	1.036 (1.47)	1.030 (1.59)	1.540 (1.97)	0.477 (1.96)		0.036 (1.87)	0.951	2.45	1.15	2.44
c_2:	0.866 (1.07)	0.922 (1.32)	1.470 (1.80)	0.468 (1.68)	-0.317 (.48)	0.049 (1.41)	0.948	2.44	1.40	2.83

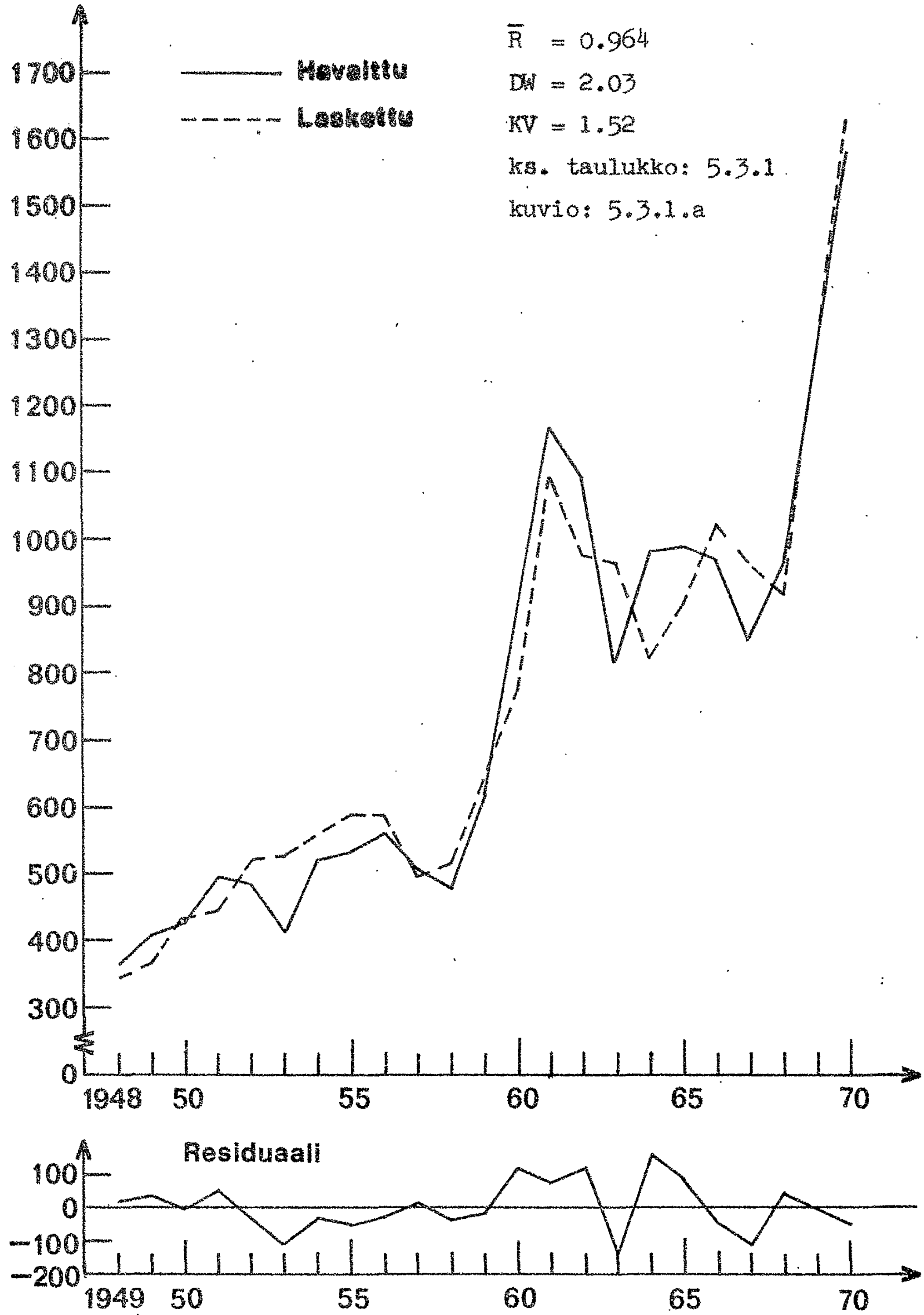
+ : parametriestimaattien alla olevat näiden t-lukujen itseisarvot
\$: mallia vastaava viivästysfunktio u(L) on esitetty kuvioissa 5.3.7.a - 5.3.10.a
KV =keskimääräinen viivästys
parametri a = tuotannon jousto pääoman suhteen
MET = metalliteollisuus, MUT = muu tehdasteollisuus
1 : mallilla saatu selitys esitetty kuvioissa 5.3.7.b ja 5.3.9.b. (graafiliite).

Kuvio: 5.3.1.b

Uusklassinen teoria

TEHDASTEOLLISUUS

$$IB_t = 58.77 + \underset{(3.42)}{1.264} \Delta \frac{p_t Q_t}{c_t} + \underset{(1.89)}{0.755} \Delta \frac{p_{t-1} Q_{t-1}}{c_{t-1}} + \underset{(2.89)}{1.854} \Delta \frac{p_{t-2} Q_{t-2}}{c_{t-2}} + \underset{(2.27)}{0.368}\, IN_{t-1} + \underset{(2.09)}{0.027}\, K_{t-1}$$



Tehdasteollisuuden alakohtaiset kuviot 5.3.5.b, 5.3.7.b ja 5.3.9.b on esitetty graafiliitteessä.

lukoista 5.3.1 ja 5.3.2 havaitaan, että korrelaatiokertoimen ($\bar{R}$), keskimääräisen viivästyksen (KV) ja tuotannon jouston pääoman suhteen (a) valossa c_1:llä ja c_2:lla saadut tulokset eivät merkittävästi eroa toisistaan. Suurin ero on havaittavissa puunjalostusteollisuudessa, jossa myös mallit selityskyvyltään ovat selvästi heikoimmat. Toisaalta juuri puunjalostusteollisuus oletettiin a priori sektoriksi, joka eniten poikkeaa täydellisen kilpailun tilanteesta.

Viivästysfunktion $u(L) = s(L)/w(L)$ polynomien $s(L)$ ja $w(L)$ asteluvut on valittu siten, että kokonaiskorrelaatiokerroin $\bar{R}$ maksimoituu. Kaikissa tapauksissa tämä kriteeri johti siihen, että estimoitaviin malleihin tuli kolme halutun pääomakannan muutostermiä ($K^d - K^d_{-1}$) ja yksi tai kaksi viivästettyä pääomakannan muutosta (w_1 ja/tai w_2). Koska tutkimuksessa käytettiin vuosiaineistoa, polynomien $s(L)$ ja $w(L)$ astelukujen valinnassa ei ollut paljoa vaihtelumahdollisuuksia.[1] Koska korrelaatiokertoimeen perustuva astelukujen valintakriteeri on varsin yksipuolinen, tulokset kaikissa malleissa on esitetty sekä yhdellä että kahdella viivästetyllä pääomakannan muutoksella (IN_{t-1} ja IN_{t-2}). Poistokerrointa δ ei ole rajoitettu a priori arvoonsa, koska 1) halutaan testata uusintainvestointien teoriaa, ja 2) jos δ rajoitetaan sen a priori arvoon, tulee selitettäväksi muuttujaksi nettoinvestoinnit ($IB_t - \delta_a K_{t-1} = IN_t$), joiden havaintosarjaa ei pidetty tarpeeksi luotettavana selitettäväksi muuttujaksi uusintainvestointien käsitteeseen sisältyvien epävarmuuksien vuoksi mm. tutkimuksen empiiristen tulosten valossa (ks. uusintainvestointien teorian testaus edellä).

---

1. Ks. liite I: Rationaalisista viivästysfunktioista sekä s. 20.

Yleensä uusklassisen teorian pohjalta saatiin varsin hyvä selitys tehdasteollisuuden investoinneille puunjalostusteollisuutta lukuun ottamatta. Kuitenkin useimmissa malleissa esiintyy DW-testin perusteella virhetermin autokorreloituneisuutta, joka testin perusteella olisi voimakkainta metalliteollisuudessa (taulukko 5.3.2). Virhetermin autokorreloituneisuutta mittaava DW-testi lienee kuitenkin harhainen, koska selittävinä muuttujinä on viivästetty tai viivästettyjä pääomakannan muutostermejä (IN). Autokorrelaation vaikutusta malleihin analysoidaan eksplisiittisesti luvussa 7.

Uusklassisen teorian tarkempana testinä voidaan pitää kuitenkin erilaisten viivästysfunktioiden vertailua. Karkea vertailu saadaan laskemalla viivästysfunktioiden u(L) ja h(L) implisiittisesti sisältämät keskimääräiset viivästykset (KV). Keskimääräinen viivästys pääoman kysynnässä tapahtuneen muutoksen ja varsinaisen investointitapahtuman välillä on esitetty taulukoissa 5.3.1 - 5.3.4 mitattuna vuosissa. Taulukosta 5.3.1 saadaan tehdasteollisuuden neljän KV-arvon keskiarvoksi 1.72 vuotta, vastaava luku puunjalostusteollisuudessa on 0.97 vuotta, metalliteollisuudessa 1.43 vuotta ja muussa tehdasteollisuudessa 1.45 vuotta. Tuloksissa kiinnittää huomiota KV:n lyhyys verrattuna lukuisiin esim. USA:ssa vuosiaineistolla suoritettuihin tutkimuksiin. Yleensä keskimääräinen viivästys on vuosiaineistosta estimoituna osoittautunut huomattavasti pidemmäksi kuin neljännesvuosiaineistosta estimoituna. Toisaalta on todettava, että yhdistetyn sopeutus- ja odotusmallin puitteissa keskimääräinen viivästys osoittautui huomattavasti pidemmäksi kuin edellä mainituissa rationaaliseen viivästysfunktioon perustuvissa malleissa. Tulosten perusteella olisi siis investointien reaktio (muutos) varsin nopea halutun pääomakannan määräävässä tekijässä tapahtuneeseen (koron, tuotannon, pääomahyödykkeiden hintojen jne.) muutokseen nähden. Koska viivästysfunktioiden estimaateista laskettujen keskimääräisten viivästysten otosjakautumia ei tunneta, on vaikea testata tilastollisesti KV:n estimaattien luotettavuutta. - Tehdasteollisuuden alojen sisällä keskimääräiset viivästykset saatuna c_1:llä ja c_2:lla eroavat vähemmän toisistaan kuin KV:t c_1:llä ja c_2:lla sektoreiden välillä.

Keskimääräistä viivästystä huomattavasti enemmän kertovat investointireaktion aikaurasta viivästysfunktioiden kuvaajat, jotka on esitetty kuvioissa 5.3.1.a - 5.3.10.a.[1] Näissä kuvaajissa kiinnittyy ensi sijassa huomio siihen, että lyhyen aikavälin reaktio on useissa malleissa jollakin viivästetyllä arvolla negatiivinen, jolloin siis u_i ja h_i eivät kuulu jokaisella i:n arvolla väliin (0, 1), kuten investointifunktion johtamisessa luvuissa 2.1 ja 2.3 oletettiin (ks. myös liite I.). Tällaista tulosta luonnehdittiin myös epästabiiliksi tai ei-loogiseksi ratkaisuksi. Toisaalta luvussa 6 osoitetaan, että lyhyen aikavälin reaktio voi teoreettisesti olla myös negatiivinen tai ykköstä suurempi. Lähinnä tästä syystä tuloksia ei ole yritettykään "pakottaa" jollakin estimointimenetelmällä, kuten esim. iteratiivisella kvadraattisella ohjelmoinnilla, 0:n ja 1:n välille jokaisella i:n arvolla. Ratkaisuja, joissa u_i ei kuulu väliin (0, 1) jokaisella i:llä, saadaan useissa malleissa, joissa tietyt ei-lineaariset rajoitukset eivät ole voimassa. - Mallissa, jossa selittävänä muuttujana on vain yksi viivästetty pääomakannan muutostermi viivästysfunktio, on siis muotoa (ks. taulukko 5.3.3).[2]

$$(5.3.1) \quad u(L) = \frac{s_o + s_1 L + s_2 L^2}{1 + w_1 L}$$

1. Liite I: Rationaalisista viivästysfunktioista sekä s. 20.
2. Kuviot 5.3.2.a, 5.3.3.a, 5.3.3, 5.3.7.a ja 5.3.10.a on esitetty graafiliitteessä.

Kuvio: 5.3.1.a

Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit.
- Uusklassinen teoria: $c = q\,(r + \delta) - (\triangle q/q) = c_1$ ja $K^d = a\,\frac{pQ}{c}$

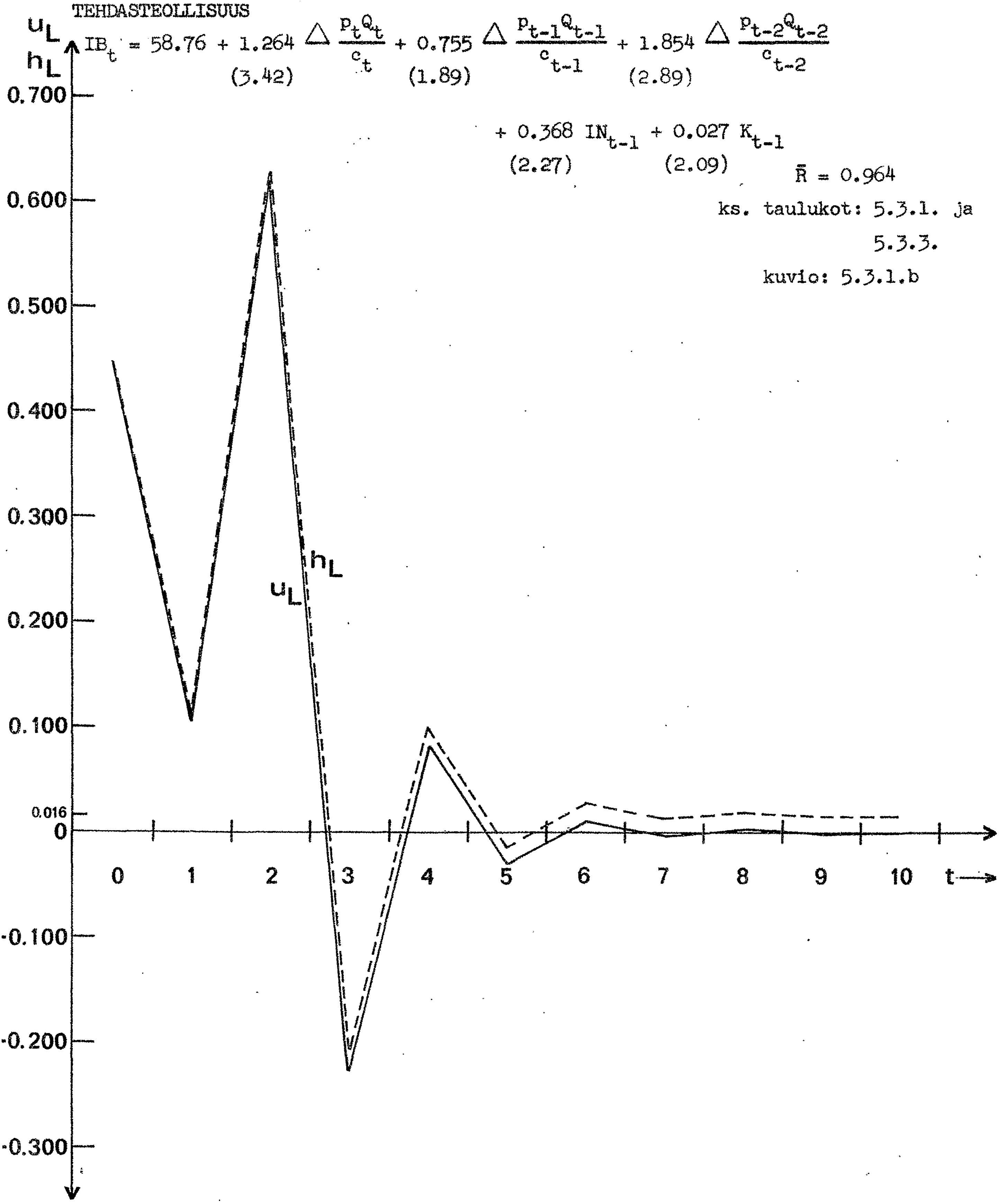
TEHDASTEOLLISUUS

$$IB_t = \underset{(3.42)}{58.76 + 1.264} \triangle \frac{p_t Q_t}{c_t} + \underset{(1.89)}{0.755} \triangle \frac{p_{t-1} Q_{t-1}}{c_{t-1}} + \underset{(2.89)}{1.854} \triangle \frac{p_{t-2} Q_{t-2}}{c_{t-2}}$$

$$+ \underset{(2.27)}{0.368}\, IN_{t-1} + \underset{(2.09)}{0.027}\, K_{t-1}$$

$\bar{R} = 0.964$

ks. taulukot: 5.3.1. ja 5.3.3.
kuvio: 5.3.1.b



$u_L = u_i$ (i,L=0,1,2,...) ; u_L on lukujonon $\{u_L\}$ elementti ja vastaavasti h_L on lukujonon $\{h_L\}$ elementti. - Ks. Liite I. rationaalisista viivästysfunktioista.

Kuvio: 5.3.5.a.

Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. - Uusklassinen teoria: $c = q(r + \delta) - (\Delta q/q)$ ja $K^d = a \frac{pQ}{c}$

PUUNJALOSTUSTEOLLISUUS

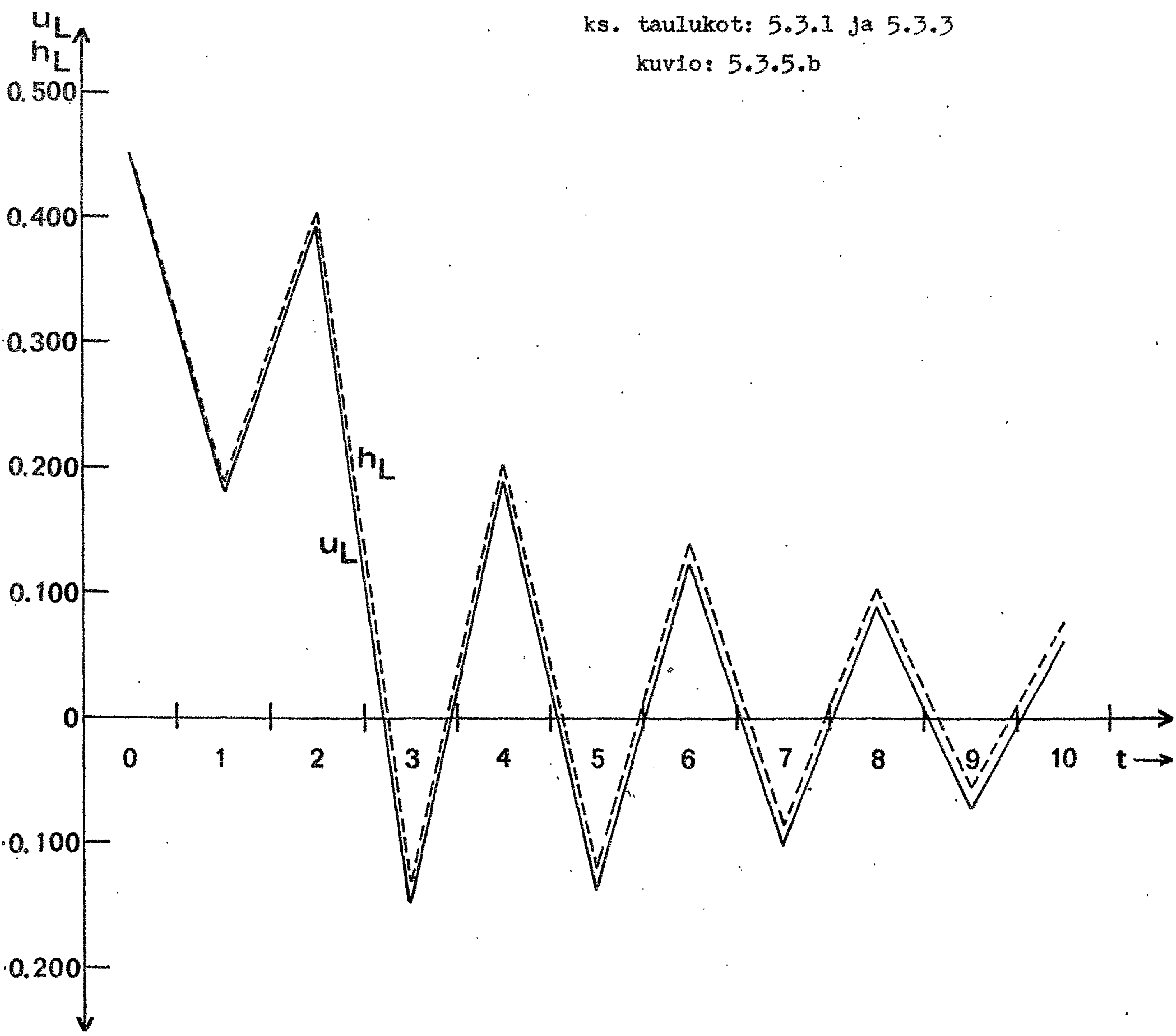
$$IB_t = 43.78 + \underset{(2.95)}{2.457} \Delta \frac{p_t Q_t}{c_t} + \underset{(2.82)}{2.227} \Delta \frac{p_{t-1} Q_{t-1}}{c_{t-1}} + \underset{(1.62)}{1.918} \Delta \frac{p_{t-2} Q_{t-2}}{c_{t-2}}$$

$$+ \underset{(2.11)}{0.506}\, IN_{t-1} - \underset{(1.78)}{0.289}\, IN_{t-2} + \underset{(1.86)}{0.016}\, K_{t-1}$$

$$\bar{\bar{R}}' = 0.913$$

ks. taulukot: 5.3.1 ja 5.3.3

kuvio: 5.3.5.b



Tällöin ehdot sille, että $u_i \in (0, 1)$ jokaisella i:llä ovat:

1) $-w_1 \geq 0$

2) $s_o \geq 0$

3) $s_1 \geq w_1 u_o$

4) $s_2 \geq w_1(s_1 - w_1 s_o)$ (ks. JORGENSON (1966): s. 146)

Jos mallissa on kaksi viivästettyä pääomakannan muutostermiä selittäjinä (IN_{t-1} ja IN_{t-2}), saadaan viivästysfunktio u(L) lausekkeesta

$$(5.3.2) \quad u(L) = \frac{s_o + s_1 L + s_2 L^2}{1 + w_1 L + w_2 L^2} .$$

Jos siis kertoimet $\{w_k\}$ paitsi $w_o(= 1)$, w_1 ja w_2 ovat nollia, ovat ehdot:

1) $-w_1 \geq 0$

2) $-4 w_2 \geq -w_1^2$

3) $s_o \geq 0$

4) $s_1 \geq w_1 p_o$

5) $s_2 \geq w_1 p_1 + w_2 p_o$

Rajoitukset ovat siis ei-lineaarisia epäyhtälöitä. Rajoitukset saadaan rekursiivisista relaatioista:

$$s_o = p_o w_o$$

$$s_1 = p_o w_1 + p_1 w_o$$

$$s_m = p_o w_m + p_1 w_{m-1} + \ldots + p_m w_o$$ (ks. JORGENSON (1966): s. 146).

Jotta $u_i \in (0, 1)$ jokaisella i:llä, olisi kaikki rajoitukset otettava huomioon estimoinnissa soveltamalla esim. iteratiivista kvadraattista ohjelmointia. - Viivästysvaikutusten aikauristä (kuviot 5.3.1.a - 5.3.10.a) havaitaan, että sekä brutto- että nettoinvestointien reaktio halutun pääomakannan määräävässä teki-

Kuvio: 5.3.8.a

Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. - Uusklassinen teoria: $c = r$ ($= c_2$) ja $K^d = a\frac{pQ}{c}$

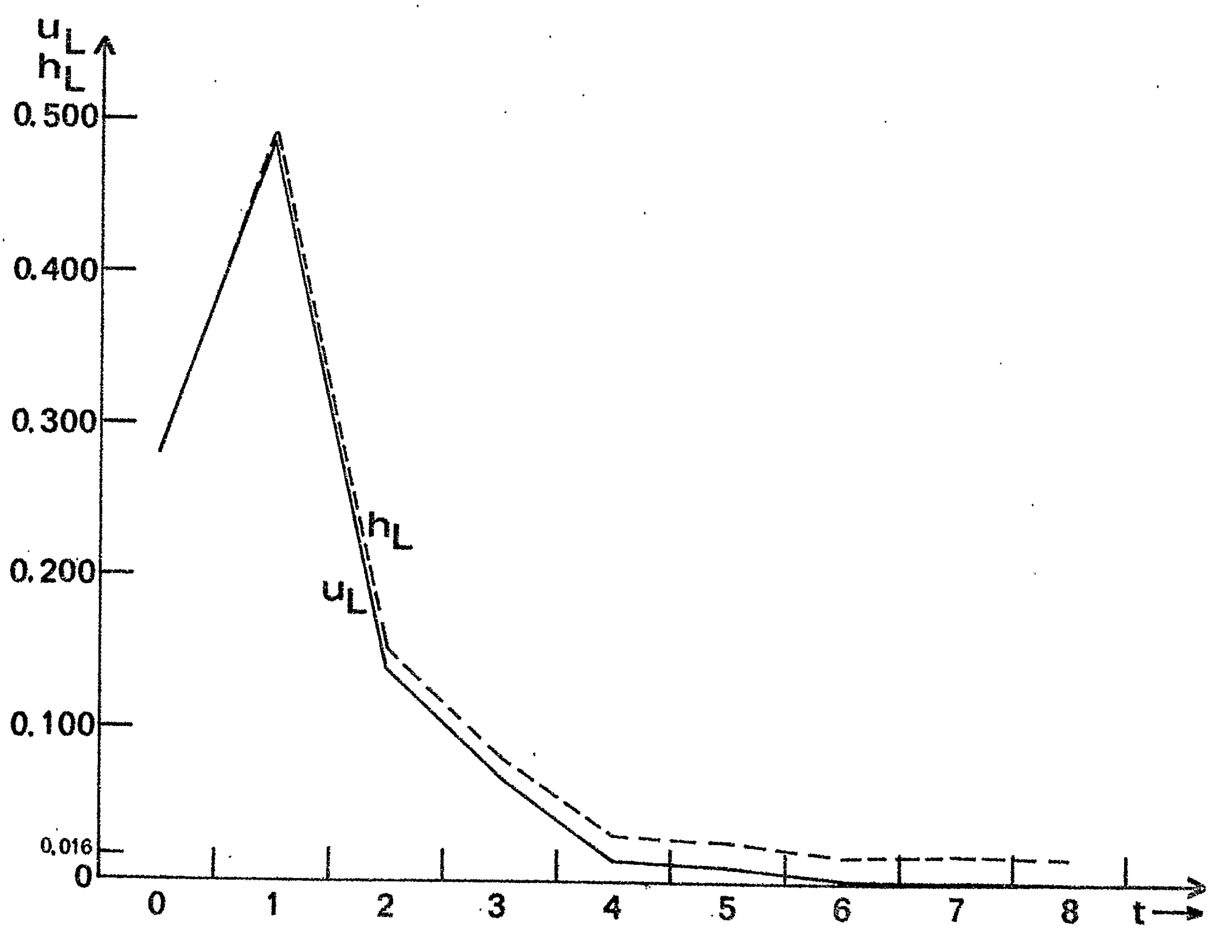
METALLITEOLLISUUS

$$IB_t = -15.48 + \underset{(1.39)}{0.568}\,\Delta\frac{p_tQ_t}{c_t} + \underset{(2.72)}{1.102}\,\Delta\frac{p_{t-1}Q_{t-1}}{c_{t-1}} + \underset{(1.66)}{0.373}\,\Delta\frac{p_{t-2}Q_{t-2}}{c_{t-2}}$$

$$+ \underset{(1.33)}{0.209}\,IN_{t-1} - \underset{(1.41)}{0.198}\,IN_{t-2} + \underset{(3.68)}{0.054}\,K_{t-1}$$

$$\bar{\bar{R}} = 0.950$$

ks. taulukot: 5.3.2 ja 5.3.3



Kuvio: 5.3.9.a

Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. - Uusklassinen teoria: $c = q\,(r + \delta) - (\Delta q/q)$ ja $K^d = a\,\frac{pQ}{c}$.

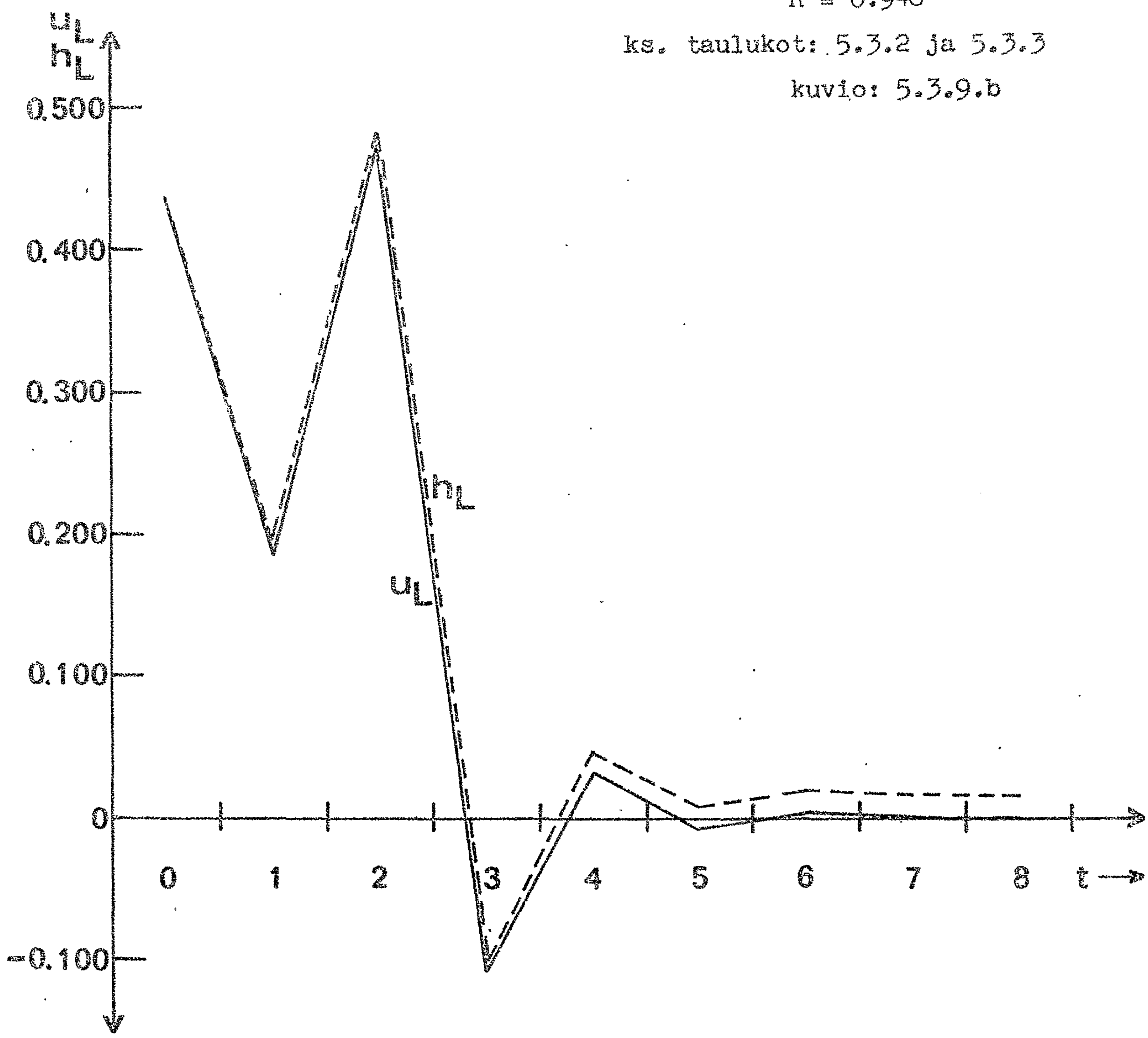
MUU TEHDASTEOLLISUUS

$$IB_t = \underset{(2.15)}{-20.13 + 0.786}\,\Delta\frac{p_tQ_t}{c_t} + \underset{(1.21)}{0.540}\,\Delta\frac{p_{t-1}Q_{t-1}}{c_{t-1}} + \underset{(1.59)}{0.939}\,\Delta\frac{p_{t-2}Q_{t-2}}{c_{t-2}}$$

$$+ \underset{(1.89)}{0.256}\,IN_{t-1} + \underset{(1.95)}{0.039}\,K_{t-1}$$

$\bar{\bar{R}} = 0.948$

ks. taulukot: 5.3.2 ja 5.3.3
kuvio: 5.3.9.b



jässä tapahtuneeseen muutokseen on varsin voimakas jo 2 - 3 vuoden kuluessa muutoksesta. Yleensä investointivaikutus on voimakkaimmillaan 1 - 2 vuoden kuluttua, jonka jälkeen vaikutus nopeasti pienenee ollen eräissä tapauksissa välillä negatiivinen. Viivästysvaikutuksen aikaurat u_L ja h_L mittaavat eräänlaista kokonaisvaikutusta. Viivästysfunktioiden estimaattien pohjalta voidaan laskea myös vaikutuksen aikaura ceteris paribus oletuksin esim. tuotannon, koron, suhteellisten hintojen, pääomahyödykkeiden hintojen ym. tekijöiden suhteen sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. Tulokset on näiltä osin esitetty luvussa 7.

Taulukossa 5.3.4 on esitetty uusklassisen teorian tulokset yhdistetyllä sopeutus- ja odotusmallilla.[1] Mallin viivästysrakenne syntyy siis tällöin kahden geometrisen jakautuman konvoluutiona, koska sekä osittaisen sopeutuksen että adaptiivisen odotushypoteesin perustana on geometrinen jakautuma. Mallit ovat selityskyvyltään keskimäärin heikompia kuin rationaaliseen viivästysfunktioon perustuvat mallit. Tulokset ovat kuitenkin sektoreiden sisällä ja sektoreiden välillä varsin samansuuntaiset näillä kahdella eri mallityypillä. Kuten luvuissa 4.1 ja 4.2 osoitettiin, ei sopeutus- ja odotushypoteeseja pystytä identifioimaan erilleen. Odotushypoteesin puitteissa määräytyy näissä malleissa muuttuja $\frac{p_t Q_t}{c_t}$ kokonaisuudessaan. Periaatteessa muuttuja voidaan jakaa kahteen komponenttiin: suhteellisiin hintoihin ja tuotantoon eli esittää muodossa $(\frac{p_t}{c_t})\ Q_t$. On varsin ilmeistä, että näiden kahden tekijän odotukset voivat muodostua olennaisesti toisistaan poikkeavalla tavalla ja lisäksi vielä termissa c_t korolla ja investointihyödykkeiden hinnoilla voi olla omat odotusfunktionsa. Näiden eri tekijöiden odotuskomponenttien konvoluutiona syntyy siis koko muuttujaa $p_t Q_t / c_t$ koskeva odotusmalli,

---

1. Ks. estimaattiliite

joka todellisuudessa voi olla varsin kaukana adaptiivisesta odotushypoteesista. Yhdistetyllä sopeutus- ja odotusmallilla saatuja tuloksia onkin pidettävä varsin tentatiivisina ja lisäksi on otettava huomioon, että malli on itse asiassa erikoistapaus yleisemmästä rationaaliseen viivästysfunktioon perustuvasta mallista, kuten luvussa 2.3 osoitettiin.

5.4 Odotetun kannattavuuden hypoteesi

Investointifunktiot on suurimmaksi osaksi estimoitu samoin metodologisin keinoin kuin uusklassisen teorian tapauksessakin, mutta lisäksi on suoritettu suppea kokeellinen (iteratiivinen) estimointi, jonka puitteissa investointien tuottoprosentin indikaattorille eli kannattavuusmuuttujalle EP (ks. luku 3.2.2.) on muodostettu odotussarja. Tulokset on esitetty taulukoissa 5.4.1 - 5.4.3 ja kuvioissa 5.4.1.a - 5.4.4.a sekä malleilla saatu selitys kuvioissa 5.4.1.b - 5.4.4.b.[1]

Yleiseen rationaaliseen viivästysfunktioon perustuvan mallin tulokset ovat taulukossa 5.4.1 sekä vastaavissa kuvioissa. Selityskyvyltään ($\bar{R}$) mallit ovat jonkin verran heikompia kuin uusklassisen teorian pohjalta saadut mallit. Lähes kaikissa malleissa DW-testi osoittaa virhetermin autokorreloituneisuutta. Keskimääräinen viivästys investointien reaktiossa kannattavuudessa tapahtuneeseen muutokseen nähden on varsin lyhyt. Keskimääräisen viivästyksen (KV) estimaattien aloittainen keskiarvo on noin 1.5 vuotta. Kuvioista 5.4.1.a - 5.4.4.a havaitaan, että investointien reaktio on voimakkaimmillaan 1 - 2 vuoden kuluttua kaikilla aloilla. Tämän jälkeen investointivaikutuksen aikaura laskee nopeasti kohden nollaa. Vaikutuksen aikaura on näin ollen Pascalin todennäköisyysjakautuman muotoinen.

1. Taulukot 5.4.2 ja 5.4.3 sekä kuviot 5.4.2.b - 5.4.4.b on esitetty estimaatti- ja graafiliitteissä.

TAULUKKO: 5.4.1.

Regressiokertoimien estimaatit: Malli (2.23), rationaaliset viivästysfunktiot.
Odotetun kannattavuuden hypoteesi: $K_t^d = \alpha_2 EP_t$, (luku 3.2.2.)[1], $u(L) = s(L)/w(L)$

	$\alpha_2 s_0$	$\alpha_2 s_1$	$\alpha_2 s_2$	w_1	w_2	δ	$\bar{R}$	DW	KV	α_2
TEHD:										
	0.102	0.803	0.660	0.770	-0.425	0.051	0.933	1.49	1.82	1.16
	(1.79)	(2.57)	(1.41)	(2.48)	(1.41)	(2.11)				
\$:	0.145	0.897	0.696	0.767		0.049	0.937	1.48	1.71	0.98
	(1.71)	(3.13)	(1.77)	(2.56)		(2.94)				
PUS:										
\$:	0.207	0.359	0.235	0.659	-0.378	0.025	0.871	1.44	0.87	0.39
	(1.55)	(2.84)	(2.16)	(2.47)	(1.40)	(1.62)				
	0.135	0.265	0.217	0.847		0.037	0.867	1.96	1.20	0.33
	(1.21)	(2.62)	(1.98)	(3.86)		(2.75)				
MET:										
	0.047	0.118	0.057	0.399	-0.256	0.073	0.920	1.50	1.52	1.20
	(1.73)	(2.37)	(1.90)	(1.67)	(1.04)	(4.74)				
\$:	0.047	0.112	0.074	0.385		0.064	0.921	1.50	1.44	0.18
	(1.93)	(2.25)	(1.71)	(1.69)		(4.93)				
MUT:										
	0.155	0.276	0.375	0.478	-0.303	0.084	0.942	1.90	1.54	0.69
	(1.78)	(1.39)	(1.80)	(1.69)	(1.92)	(3.26)				
\$:	0.212	0.342	0.440	0.475		0.068	0.944	1.80	1.37	0.67
	(1.79)	(1.86)	(2.27)	(1.77)		(3.50)				
	0.194	0.202		0.425	-0.468	0.091	0.934	2.03	1.12	0.41
	(1.21)	(1.59)		(1.42)	(1.89)	(3.35)				

\$: mallia vastaava viivästysfunktio $\mu(L)$ on esitetty kuvioissa 5.4.1.a - 5.4.4.a

α_2: pääoman jousto investointien odotetun kannattavuuden suhteen

1 : ks. liite I: Rationaalisista viivästysfunktioista.

Kuvio: 5.4.1.b

Odotetun kannattavuuden hypoteesi

TEHDASTEOLLISUUS

$$IB_t = -207.67 + \underset{(1.71)}{0.145}\,\Delta EP_t + \underset{(3.13)}{0.897}\,\Delta EP_{t-1} + \underset{(1.77)}{0.696}\,\Delta EP_{t-2} + \underset{(2.56)}{0.767}\,IN_{t-1} + \underset{(2.94)}{0.049}\,K_{t-1}$$

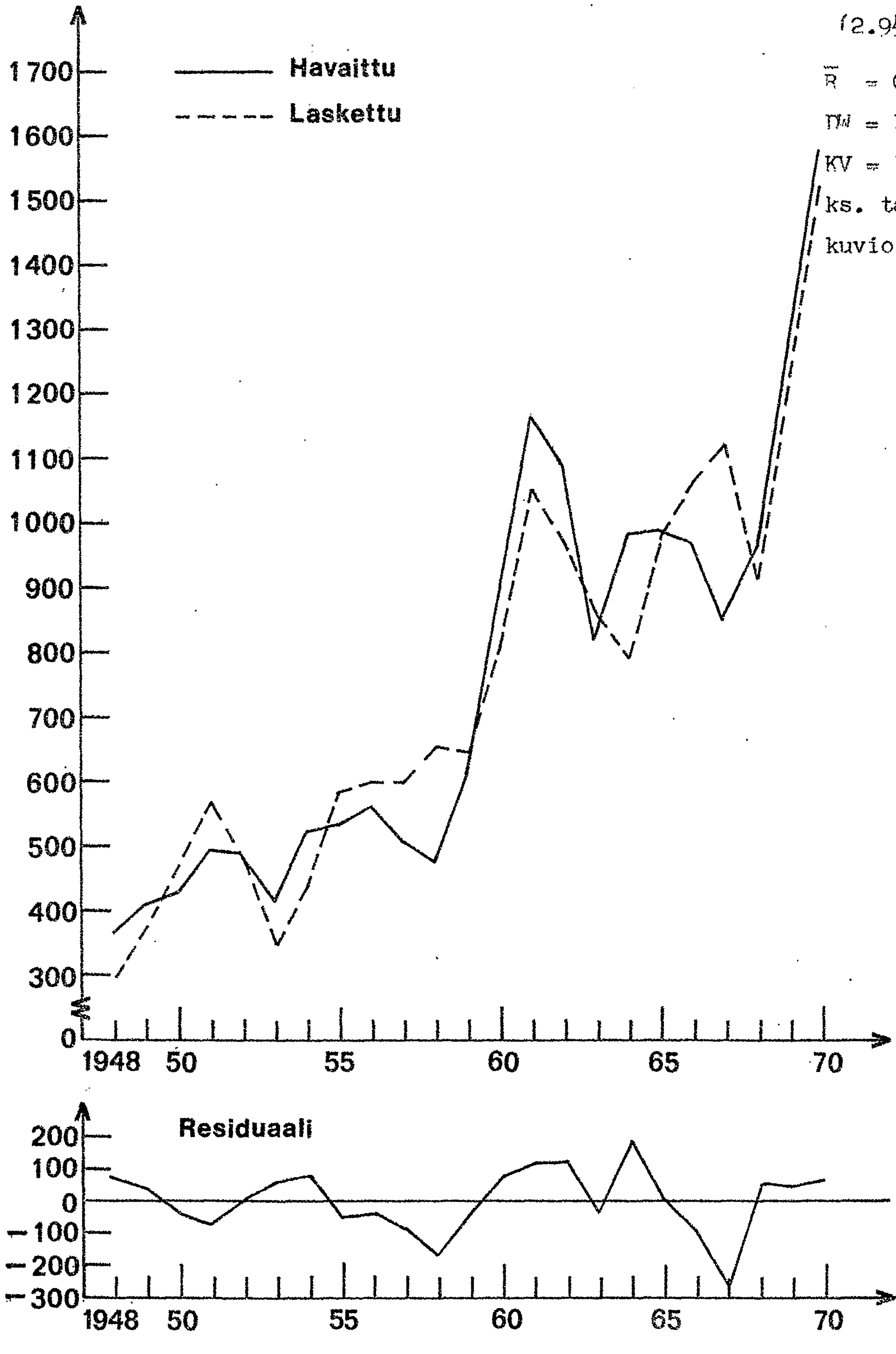
$\bar{R} = 0.937$

DW = 1.48

KV = 1.71

ks. taulukko: 5.4.1

kuvio: 5.4.1.a



Seuraavassa analysoidaan lyhyesti investointiprosessin aikauran vaikutuksia ja investointien riippuvuutta halutun pääomakannan määräävien tekijöiden s.o. kannattavuuden (EP) ja sen komponenttien poistojen + voittojen (V) sekä palkka- ja korkokustannusten (PK) suhteen. Eri tekijöiden vaikutusta analysoidaan ceteris paribus oletuksin. Lähtökohta on siis se, että pääomapalvelusten kysynnän muutos vaikuttaa investointeihin jakautuneen viivästyksen muodossa ja vaikutuksen suuruus riippuu etäisyydestä pääoman kysynnässä tapahtuneeseen muutokseen. Viivästysvaikutuksen aikauran laskemistapa on esitetty liitteessä I. ja sitä on tarkasteltu myös luvussa 7. uusklassisen teorian yhteydessä. Investointien lyhyen aikavälin reaktio kannattavuudessa (tai sen määräävässä tekijässä) tapahtuneeseen muutokseen nähden saadaan kertomalla investointien lyhyen ajan reaktio pääoman kysynnässä tapahtuneella muutoksella. Tällöin saadaan investointien reaktioksi i:nnellä periodilla kannattavuuden (EP), poistojen ja voittojen summan (V) sekä palkka- ja korkokustannusten summan (PK) muutosten suhteen lausekkeet:

(5.4.1.) $\frac{\partial IB}{\partial EP} = \frac{\partial IB}{\partial K^d} \cdot \frac{\partial K^d}{\partial EP} = h_i \frac{\partial K^d}{\partial EP}$

(5.4.2.) $\frac{\partial IB}{\partial V} = h_i \frac{\partial K^d}{\partial V}$

(5.4.3.) $\frac{\partial IB}{\partial PK} = h_i \frac{\partial K^d}{\partial PK}$,

koska $K_t^d = \alpha_2 EP_t$ (ks. luku 3.2.2.) ja $EP_t = V_t/PK_t$

Tällöin saadaan:

(5.4.4.) $\frac{\partial K^d}{\partial EP} = \alpha_2$

(5.4.5.) $\frac{\partial K^d}{\partial V} = \alpha_2 \cdot \frac{1}{PK}$

(5.4.6.) $\frac{\partial K^d}{\partial PK} = - \alpha_2 \frac{V}{(PK)^2}$

(5.4.1.)' $\frac{\partial IB}{\partial EP} = h_i \alpha_2$

(5.4.2.)' $\frac{\partial IB}{\partial V} = h_i \alpha_2 \frac{1}{PK}$

(5.4.3.)' $\frac{\partial IB}{\partial PK} = - h_i \alpha_2 \frac{V}{(PK)^2}$

Kuvio: 5.4.1.a

Odotetun kannattavuuden hypoteesi

Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. - $K_t^d = \alpha_2 EP_t$

TEHDASTEOLLISUUS

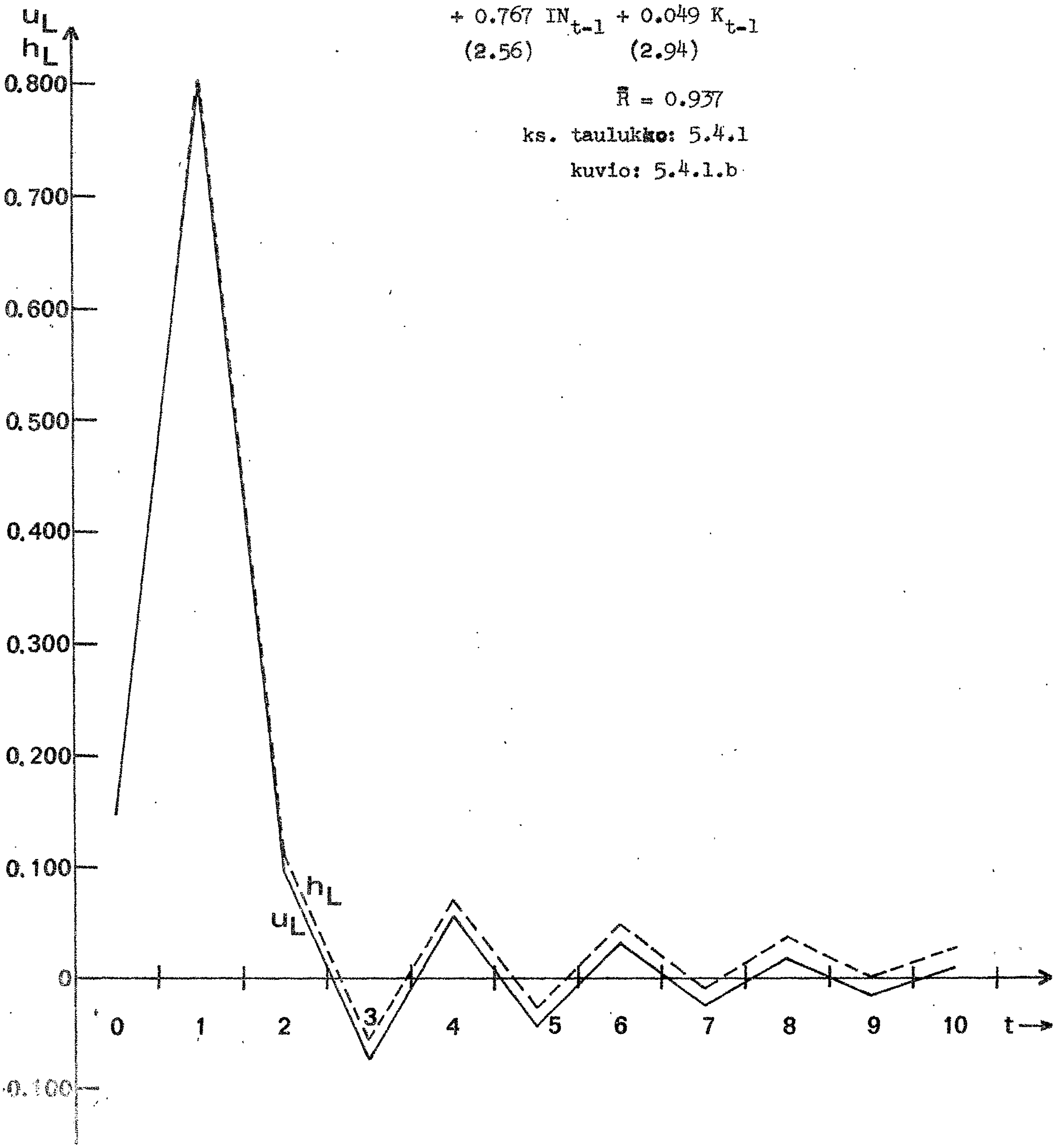
$$IB_t = -90.36 + \underset{(1.71)}{0.145}\,\Delta EP_t + \underset{(3.13)}{0.897}\,\Delta EP_{t-1} + \underset{(1.77)}{0.696}\,\Delta EP_{t-2}$$

$$+ \underset{(2.56)}{0.767}\,IN_{t-1} + \underset{(2.94)}{0.049}\,K_{t-1}$$

$\bar{\bar{R}} = 0.937$

ks. taulukko: 5.4.1

kuvio: 5.4.1.b



Kuvio: 5.4.2.a

Odotetun kannattavuuden hypoteesi

Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. - $K_t^d = \alpha_2 EP_t$

PUUNJALOSTUSTEOLLISUUS

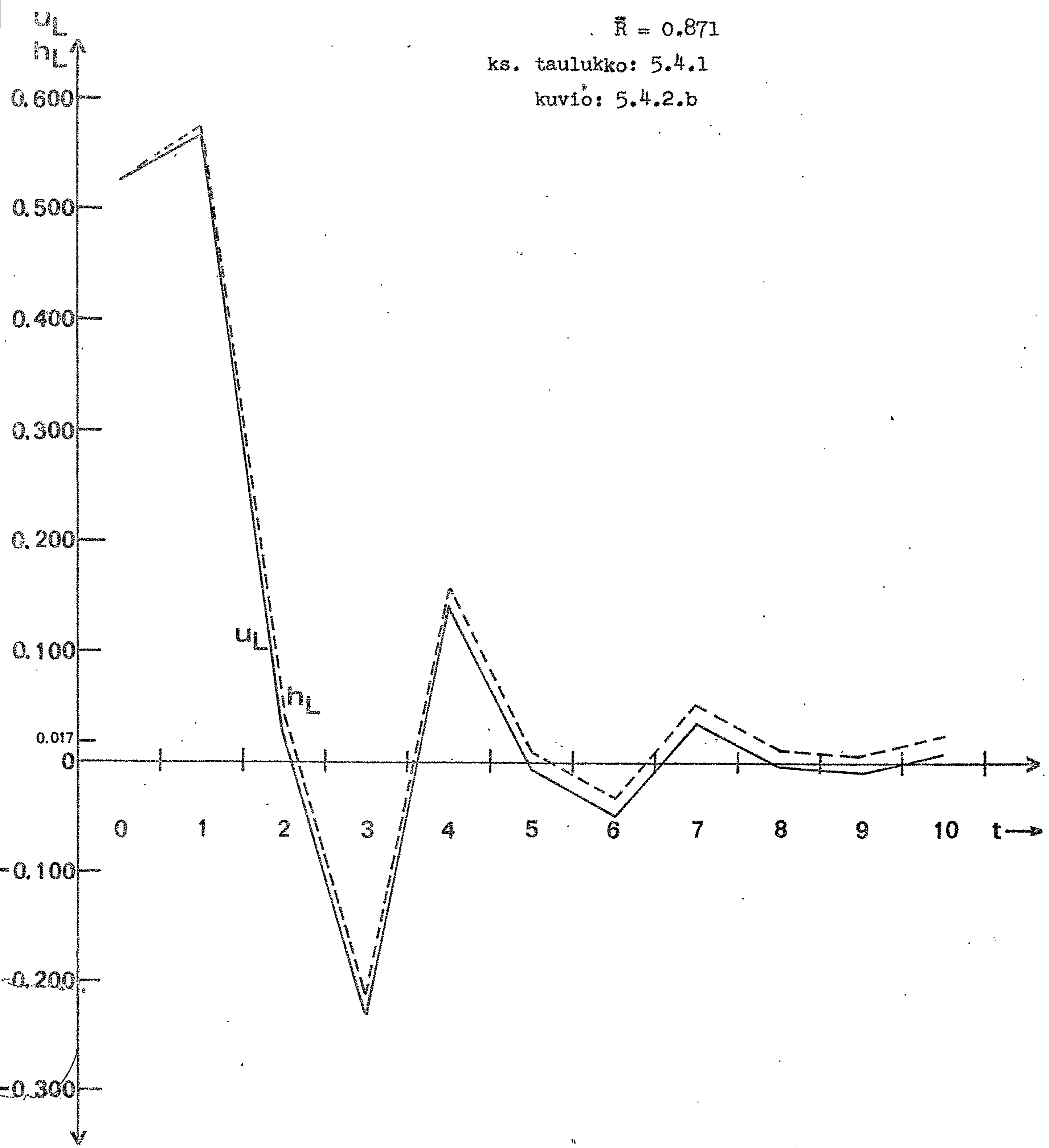
$$IB_t = -52.14 + \underset{(1.55)}{0.207}\,\Delta EP_t + \underset{(2.84)}{0.359}\,\Delta EP_{t-1} + \underset{(2.16)}{0.235}\,\Delta EP_{t-2}$$

$$+ \underset{(2.47)}{0.659}\,IN_{t-1} - \underset{(1.40)}{0.378}\,IN_{t-2} + \underset{(1.62)}{0.025}\,K_{t-1}$$

$\bar{\bar{R}} = 0.871$

ks. taulukko: 5.4.1

kuvio: 5.4.2.b



Kuvio: 5.4.3.a

Odotetun kannattavuuden hypoteesi

Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. - $K_t^d = \alpha_2 EP_t$

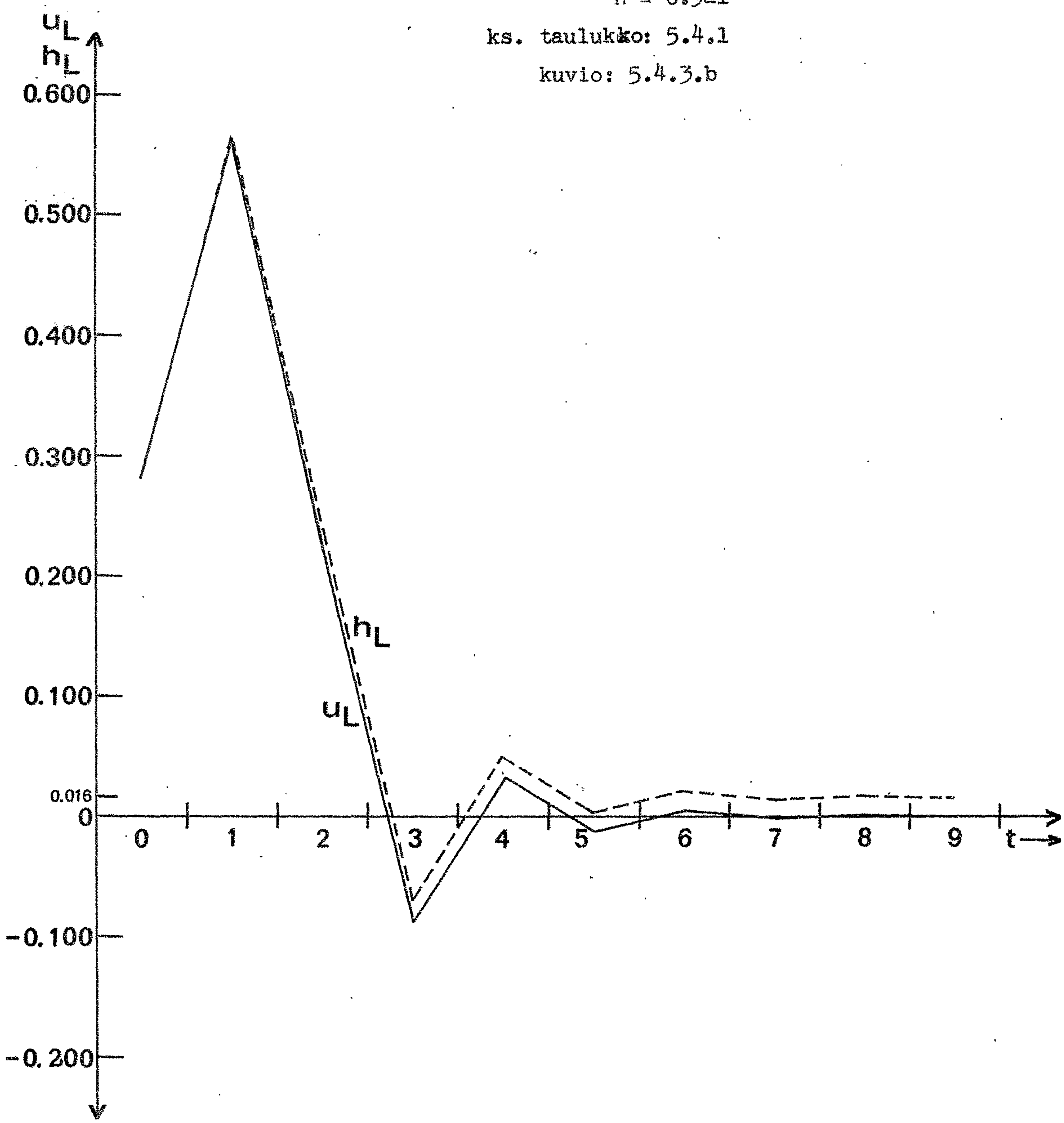
METALLITEOLLISUUS

$$IB_t = -38.98 + \underset{(1.93)}{0.047} \triangle EP_t + \underset{(2.25)}{0.112} \triangle EP_{t-1} + \underset{(1.71)}{0.074} \triangle EP_{t-2}$$

$$+ \underset{(1.69)}{0.385} IN_{t-1} + \underset{(4.93)}{0.064} K_{t-1}$$

$\bar{R} = 0.921$

ks. taulukko: 5.4.1
kuvio: 5.4.3.b



Kuvio: 5.4.4.a

Odotetun kannattavuuden hypoteesi

Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. $-K_t^d = \alpha_2 EP_t$

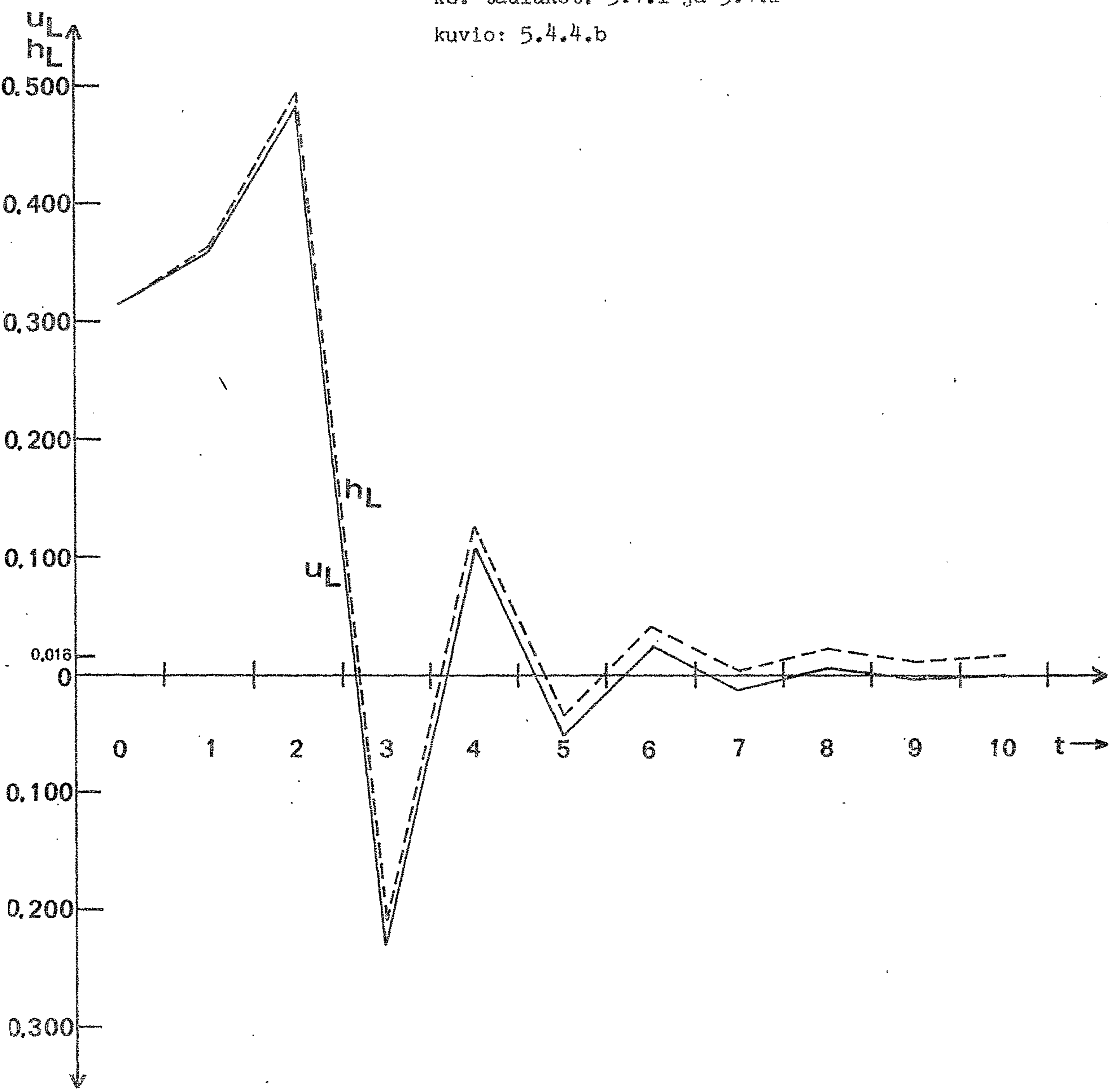
MUU TEHDASTEOLLISUUS

$$IB_t = -65.14 + \underset{(1.79)}{0.212}\,\Delta EP_t + \underset{(1.86)}{0.342}\,\Delta EP_{t-1} + \underset{(2.27)}{0.440}\,\Delta EP_{t-2} + \underset{(1.77)}{0.475}\,IN_{t-1} + \underset{(3.50)}{0.068}\,K_{t-1}$$

$\bar{\bar{R}} = 0.944$

ks. taulukot: 5.4.1 ja 5.4.2

kuvio: 5.4.4.b



Oheisessa taulukossa 5.4.6 on esitetty saadut tulokset. Halutun pääomakannan osittaisderivaatta EP:n, V:n ja PK:n suhteen on laskettu näiden muuttujien keskiarvopisteissä. Bruttoinvestointien reaktio on esitetty viiden ensimmäisen vuoden (i = 0, 1, 2, 3, 4) osalta. Viivästysfunktion h_L estimaatin avulla se voitaisiin laskea myös useammalta periodilta. Kuvioiden 5.4.1.a - 5.4.4.a perusteella selviää kuitenkin aikauran muoto kokonaisuudessaan. Koska bruttoinvestointivaikutuksen rajatulos on kerroin δ (ks. liite I.), saadaan investointien pitkän aikavälin reaktioksi EP:n suhteen:

$$\frac{\partial IB}{\partial EP} = \frac{\partial IB}{\partial K^d}\frac{\partial K^d}{\partial EP} = \delta \frac{\partial K^d}{\partial EP} \qquad (5.4.7.)$$

Vastaavasti saadaan myös pitkän aikavälin reaktio V:n ja PK:n suhteen. Pitkän aikavälin reaktioksi saadaan näin:

Sektori	$\frac{\partial IB}{\partial EP}$	$\frac{\partial IB}{\partial V}$	$\frac{\partial IB}{\partial PK}$
Tehdasteollisuus	0.0156	0.00024	-0.00021
Puunjalostusteollisuus	0.0066	0.00009	-0.00003
Metalliteollisuus	0.0028	0.00004	-0.00001
Muu tehdasteollisuus	0.0107	0.00015	-0.00013

Taulukossa 5.4.6 esitetyistä lyhyen aikavälin reaktioista havaitaan, että vaikutuksen aikaura on EP:n, V:n ja PK:n suhteen varsin samankaltainen. Tehdasteollisuudessa, puunjalostusteollisuudessa ja metalliteollisuudessa vaikutus on suurimmillaan yhden vuoden viivästyksellä sekä muussa tehdasteollisuudessa kahden vuoden viivästyksellä. Erityisesti on huomattava, että kaikilla sektoreilla on vaikutus V:n eli poistojen ja voittojen summan suhteen huomattavasti suurempi kuin vastaava supistava vaikutus palkka- ja korkomenojen summan suhteen. Viiden ensimmäisen vuoden aikana

TAULUKKO: 5.4.6

Odotetun kannattavuuden hypoteesi

Investointien ja halutun pääomakannan reaktio odotetun kannattavuuden suhteen. - $K_t^d = \alpha_2 EP_t = \alpha_2 \frac{V_t}{PK_t}$, (ks. luku 3.2.2).[1]

Sektori:	TEHD:	PUJ:	MET:	MUT:
Tekijä:				
$\frac{\partial K^d}{\partial EP}$	0.980	0.390	0.180	0.670
$\frac{\partial K^d}{\partial V}$	1.500	0.540	0.250	0.950
$\frac{\partial K^d}{\partial PK}$	-1.300	-0.180	-0.040	-0.830
$(IBEP)^2_{h_o}$	0.144	0.205	0.050	0.211
$(IBEP)_{h_1}$	0.784	0.224	0.101	0.243
$(IBEP)_{h_2}$	0.108	0.017	0.043	0.331
$(IBEP)_{h_3}$	-0.055	-0.083	-0.013	-0.141
$(IBEP)_{h_4}$	0.070	0.070	0.009	0.083
$(IBV)^3_{h_o}$	0.210	0.280	0.060	0.300
$(IBV)_{h_1}$	1.270	0.300	0.140	0.340
$(IBV)_{h_2}$	0.240	0.020	0.050	0.470
$(IBV)_{h_3}$	-0.130	-0.110	-0.010	-0.200
$(IBV)_{h_4}$	0.110	0.080	0.010	0.120
$(IBPK)^4_{h_o}$	-0.210	-0.090	-0.011	-0.260
$(IBPK)_{h_1}$	-1.170	-0.100	-0.023	-0.300
$(IBPK)_{h_2}$	-0.130	-0.010	-0.016	-0.410
$(IBPK)_{h_3}$	0.110	0.030	0.003	0.180
$(IBPK)_{h_4}$	-0.190	-0.020	-0.001	-0.100

1. α_2:n estimaatit taulukossa 5.4.1

2.,3. ja 4. $(\frac{\partial IB}{\partial EP})_{h_i} = (IBEP)_{h_i}$, $(\frac{\partial IB}{\partial V})_{h_i} = (IBV)_{h_i}$, $(\frac{\partial IB}{\partial PK})_{h_i} = (IBPK)_{h_i}$

$i = 0, 1, 2, 3, 4$

investointeja lisäävä vaikutus V:n suhteen on tehdasteollisuudessa 7 % PK:n supistavaa vaikutusta suurempi. Vastaavat luvut ovat puunjalostusteollisuudessa 70 %, metalliteollisuudessa 150 % ja muussa tehdasteollisuudessa 15 %. Koska voitot ovat vaihdelleet varsin läheisesti tuotannon kanssa, viittaisi tämä siihen, että akseleraattorilla on huomattavasti suurempi vaikutus investointitoimintaan kuin työvoiman (työpanoksen L) ja pääoman kustannuksilla (pääomapanos K). Tältä osin tulokset tukevat luvussa 7. esitettäviä uusklassisen teorian pohjalta saatuja tuloksia, joiden mukaan investointien riippuvuus suhteellisista hinnoista on huomattavasti pienempi kuin riippuvuus tuotannon kehityksestä (akseleraattorista).

Taulukossa 5.4.2 on esitetty yhdistetyllä sopeutus- ja odotusmallilla saadut tulokset sekä taulukossa 5.4.3 iteratiivisella estimoinnilla saadut tulokset.[1] Molemmat mallityypit ovat selityskyvyltään keskimäärin heikompia kuin rationaaliseen viivästysfunktioon perustuvat mallit ja lisäksi DW-testi viittaa virhetermin autokorreloituneisuuteen. Iteratiivisen estimoinnin tulokset viittaavat puunjalostusteollisuudessa ja muussa tehdasteollisuudessa olennaisesti pidempään keskimääräiseen viivästykseen (runsaat 10 vuotta) kuin rationaalisen viivästyksen mallien KV:t. Näiden mallien heikon selityskyvyn vuoksi on KV:n estimaatin hajonta kuitenkin erittäin suuri (t-luku pieni). Lisäksi keskimääräiselle viivästykselle on hankala saada luotettavaa estimaattia, koska eri odotuskertoimen h_e arvoilla korrelaatiokerroin vaihtelee erittäin pienissä rajoissa ja muussa tehdasteollisuudessa se on käytännöllisesti katsoen muuttumaton. Toisaalta h:n arvo vaikuttaa olennaisesti KV:n estimaattiin, koska $KV = \frac{1 - h_{max}}{h_{max}} + \frac{1 - \hat{g}}{\hat{g}}$. Ts. globaalisen maksimiarvon löytämisestä

1. ks. estimaattiliite.

kokonaiskorrelaatiokertoimelle $\bar{R}$ ei voida olla läheskään varmoja. Tehdasteollisuudessa ja metalliteollisuudessa sopeutuskerroin $\hat{g}$ on negatiivinen, koska viivästetyn pääomakantamuuttujan (K_{t-1}) parametrin (δ - g) estimaatti on positiivinen. Näissä malleissa siis $\delta > g$ eli poistoinvestointivaikutus on nettoinvestointivaikutusta suurempi, mitä voidaan pitää varsin epärealistisena tuloksena.

5.5. Teorioiden vertailua tulosten valossa

Seuraavassa tarkastellaan uusklassisen teorian, odotetun kannattavuuden hypoteesin sekä joustavan akseleraatioteorian välisiä eroja sektoreiden sisällä ja sektoreiden välillä. Joustavan akseleraatioteorian tulokset (ilman rahoituksen saatavuusmuuttujia) ovat taulukoissa 5.5.1. - 5.5.4.[1]

Koko tehdasteollisuudessa uusklassinen teoria selittää parhaiten investointien vaihtelut ja akseleraatioteoria on lisäksi odotetun kannattavuuden hypoteesia parempi ($\bar{R}$:llä mitattuna). Yleiseen rationaaliseen viivästysfunktioon perustuvissa malleissa (taulukot 5.3.1, 5.4.1, 5.5.1) viivästysvaikutuksen aikaura ja keskimääräinen viivästys eivät teorioiden osalta kuitenkaan olennaisesti eroa toisistaan. Kuten teorioiden vertailun yhteydessä luvussa 3.3 osoitettiin, näillä kolmella eri teoreettisella perustalla on useita yhtäläisyyksiä. Uusklassisen ja akseleraatioteorian olennaisin ero ilmenee pääoman ja tuotannon hintojen kehityksen erosta. Koska uusklassisessa teoriassa $c = q\,(r + \delta) - (\Delta q/q)$ ja c:n vaihteluihin vaikuttaa olennaisesti q:n vaihtelut, havaintosarjojen p ja q kehityksen perusteella on jo oletettavissa, että uusklassisen ja akseleraatioteorian välinen ero ei empiirisellä tasolla voi olla suuri.

---

1. Taulukot 5.5.2 - 5.5.4 on esitetty estimaattiliitteessä.

TAULUKKO: 5.5.1.

Regressiokertoimien estimaatit: malli (2.23) luku 2.3, rationaaliset viivästysfunktiot, Akseleraatioteoria: $K_t^d = \alpha Q_t$, $IB_t = u(L)(K_t^d - K_{t-1}^d) + \delta K_{t-1}$, jossa $u(L) = s(L)/w(L)$ [1]

	αs_0	αs_1	αs_2	w_1	w_2	δ	$\bar{R}$	DW	KV	α
TEHD:										
$:	0.534	0.430	0.180	0.220		0.029	0.953	1.25	0.90	0.93
	(3.70)	(3.06)	(1.79)	(1.42)		(2.35)				
$:	0.507	0.399	0.188	0.348	-0.294	0.034	0.950	1.35	1.02	1.03
	(3.33)	(2.40)	(1.81)	(1.27)	(1.37)	(2.01)				
PUJ:										
$:	0.935	0.562	0.705	0.646		0.013	0.880	1.69	0.73	1.33
	(4.13)	(2.16)	(2.32)	(3.84)		(1.73)				
	0.921	0.582	0.702	0.624	-0.252	0.017	0.872	1.65	0.76	1.60
	(3.82)	(1.60)	(2.25)	(2 .01)	(1.42)	(1.49)				
MET:										
	0.171	0.188	0.083	0.179		0.063	0.931	1.57	1.09	0.38
	(2.40)	(2.72)	(1.24)	(1.32)		(5.29)				
$:	0.155	0.193	0.085	0.171	-0.155	0.070	0.928	1.42	1.27	0.43
	(2.02)	(2.72)	(1.21)	(1.30)	(1.63)	(4.38)				
MUT:										
	0.304	0.356	0.259	0.062		0.061	0.968	1.93	1.38	0.97
	(2.73)	(3.03)	(1.68)	(1.24)		(3.61)				
$:	0.265	0.322	0.325	0.163	-0.303	0.082	0.969	1.99	1.81	1.06
	(2.35)	(2.72)	(2.04)	(1.39)	(1.71)	(3.58)				

$: mallin viivästysfunktio on esitetty kuvioissa 5.5.1.a - 5.5.5.a (graafiliite).

α = akseleraattori

1: Ks. liite I. Rationaalisista viivästysfunktioista.

Puunjalostusteollisuudessa ei olennaista eroa voida havaita eri teorioiden tulosten välillä normaalein ekonometrisin kriteerein. Mallien korrelaatiokerroin vaihtelee 0.867 - 0.913. Keskimääräinen viivästys on kuitenkin uusklassisen teorian malleissa noin kaksinkertainen akseleraatio- ja odotetun kannattavuuden hypoteeseihin verrattuna. Miltään analysoidulta teoreettiselta pohjalta ei puunjalostusteollisuuden investointitoimintaa pystytty selittämään läheskään yhtä hyvin kuin koko tehdasteollisuuden ja muiden sektoreiden investointitoimintaa. Osaksi tämä johtunee siitä, että puunjalostusteollisuudessa keskeisimmät teorioiden perusoletukset ovat heikoimmin täytetyt. Koska puunjalostusteollisuus on avoimin (vientiorientoitunein) kaikista sektoreista olisi sille ilmeisesti muodostettava investointimalli, jossa kansainvälisten suhdanteiden vaihtelut ja investointihyödykkeiden tarjonnan vaikutukset tulevat nykyistä paremmin esille.

Metalliteollisuudessa osoittautui uusklassinen teoria (sekä c_1:llä että c_2:lla) selityskyvyltään parhaimmaksi (taulukot 5.3.2, 5.4.1, 5.5.1). Akseleraatioteorian ja odotetun kannattavuuden hypoteesin välillä ei olennaista eroa ole havaittavissa. Kaikissa tapauksissa DW-testi viittaisi virhetermin autokorreloituneisuuteen. Keskimääräinen viivästys on malleissa 1 ja 2 vuoden välillä.

Muussa tehdasteollisuudessa osoittautui akseleraatioteoria selvästi uusklassista ja kannattavuushypoteesia paremmaksi selityskyvyltään. Muun tehdasteollisuuden osalta on ero teorioiden välillä selityskyvyllä mitattuna suurin kaikista sektoreista. Akseleraatioteoreettisen mallin selityskykyä voitiin vielä parantaa käyttämällä selittäjänä lineaarista tai ei-lineaarista kapasiteetin käyttöastemuuttujaa (taulukko 5.5.3). Taulukon 5.5.3 tuloksia lukuun ottamatta viivästysfunktion muoto on varsin samankaltainen eri malleissa ja keskimääräisen viivästyksen estimaatin vaihtelut mahtunevat hyvin sen hajonnan rajoihin.

Verrattaessa tulosten eroja sektoreiden välillä havaitaan, että puunjalostusteollisuutta lukuun ottamatta muissa sektoreissa on saatu selityskyvyltään varsin hyviä tuloksia. Edelleen sektoreiden välillä ei viivästysfunktion muodon ja keskimääräisen viivästyksen suhteen ole kovin olennaisia eroja. Investointien reaktio sen määräävissä tekijöissä tapahtuvaan muutokseen nähden on nopein ja siis lyhyellä aikavälillä voimakkain vientiorientoituneessa puunjalostusteollisuudessa ja hitainta kotimarkkinaorientoituneessa muussa tehdasteollisuudessa. Kaikissa sektoreissa ja lisäksi kullakin teoreettisella lähestymistavalla investointien reaktio pääoman kysynnässä tapahtuneeseen muutokseen nähden oli eräissä tapauksissa negatiivinen ensimmäisten vuosien voimakkaan positiivisen vaikutuksen jälkeen.

6. INVESTOINTIFUNKTION VIIVÄSTYSRAKENTEEN EKSOGEENISUUS JA ENDOGEENISUUS

6.1. Perusongelma: eksogeeninen vai endogeeninen?

Edellä käsiteltiin (luku 5) empiirisiä tuloksia, jotka tavanomaisin ekonometrisin kriteerein (selitysaste: R^2, DW-testi, parametrien merkitsevyys (t-testi) jne.) tuntuvat varsin merkitseviltä. Toisaalta kuitenkin havaittiin, että useissa malleissa struktuuri osoittautui epästabiiliksi, mikä näkyi siinä, että sopeutus- ja/tai odotuskerroin olivat välin (0, 1) ulkopuolella sekä peruskehikon (rationaalinen viivästysfunktio) avulla saatujen viivästysfunktion elementtien negatiivisina arvoina. Näitä tuloksia tuskin voitaneen selittää yksinomaan havaintovirheillä. Kysymyksessä on lähinnä joko mallin puutteellinen spesifiointi tai viivästysfunktion herkkyys parametreissa tapahtuville muutoksille sekä oletuksille mallin virhetermistä. Puutteellisen spesifioinnin ongelmaan palataan luvussa 7. Seuraavassa tarkastellaan viivästysrakenteen spesifioinnin mukanaan tuomia ongelmia.

Sopeutumisprosessin perustana on oletus, että jonkin muuttujan x tasapainoarvon ja todellisen arvon erotus on äärellinen (rajoitettu) luku jokaisella t:n arvolla ja että tämä erotus lähenee nollaa t:n kasvaessa lähtöarvoista riippumatta (SAMUELSON: s. 261). Usein on lisäksi oletettu monotoninen konvergoiminen kohti tasapainoarvoa ja approksimoitu sopeutumisprosessia (konvergoimista) osittaisen sopeutuksen mallilla, joka oli mm. joustavan akseleraatioteorian perustana:

$$(6.1)\quad x(t) - x(t-1) = g\,(\bar{x}(t) - x(t-1))\,, \quad 0 < g \leq 1\,,$$

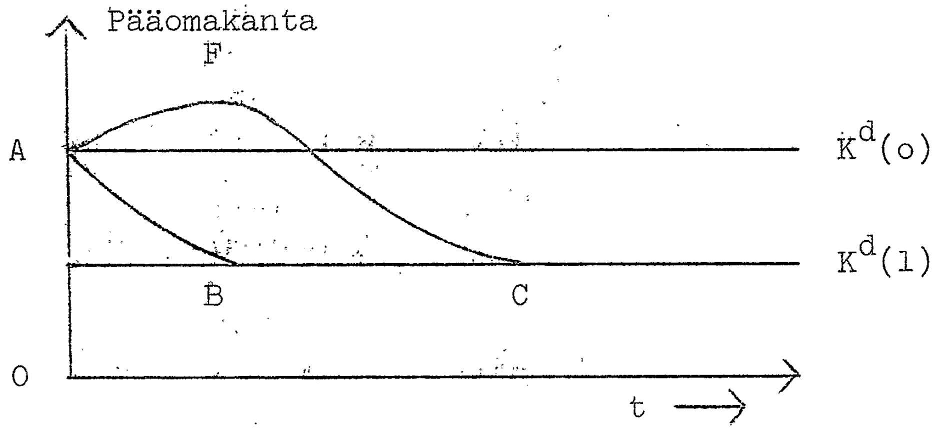
jolloin x:n sopeuttaminen periodilla t on suhteessa tasapainoarvon $\bar{x}(t)$ ja x:n viivästetyn arvon x(t-1) erotukseen. Sopeutusmallin kaltaisen formuloinnin suurin etu on ollut toimia siltana teorian ja empiirisen analyysin välillä sekä investointifunktioiden osalta lisäksi siltana pääomateorian ja investointiteorian välillä.

Kuitenkin tässä viivästysfunktioiden avulla saatavassa yhteydessä - joko muodossa (6.1) tai jonkin yleisemmän viivästysrakenteen avulla - oletetaan endogeenisten muuttujien välille relaatioita, joita on vaikea perustella talousteoreettisesti ja joiden olettaminen voi implikoida varsin voimakkaita rajoituksia komparatiivisstaattiselle teorialle (lyhennys: KS-teoria). Soveltamalla vastaavuusperiaatetta (correspondence principle) käänteiseen suuntaan voidaan tutkia yrityksen KS-teorian implikaatioita yrityksen dynaamisen käyttäytymisen suhteen. Yair Mundlak on täten osoittanut, että sopeutumisura (konvergoiminen) on muuttuja analyysissa, jolloin sen muotoa ei voida a priori määrätä, kuten sopeutusmallissa (6.1) tehdään. Sopeutumisuria, jotka ovat ristiriidassa konventionaalisen osittaisen sopeutuksen mallin kanssa, voidaan helposti johtaa (ts. $g \notin (0, 1)$). Tämän seurauksena empiirisessä analyysissa, jossa käytetään viivästysfunktioita ennalta määrätyssä muodossa, voidaan helposti asettaa väärä malli aineistolle (MUNDLAK (1966): s. 51). Olennaista on, että kerroin g (tai mikä tahansa yleisempikin viivästymisrakenne $u(L)$) on endogeeninen muuttuja tai funktio endogeenisista muuttujista. Jos yhtälöstä (6.1) ratkaistaan g, havaitaan, että kerroin g on ilmaistu päätöksentekomuuttujien avulla, joista osa kuvaa pitkän ajan ja osa lyhyen aikavälin päätöksiä. Jos siis oletetaan a priori tietty viivästysrakenne, oletetaan samalla, että liikuttaessa tasapainotilasta toiseen endogeenisten muuttujien välillä vallitsee relaatioita, jotka ovat riippumattomia eksogeenisista muuttujista. Esim. akseleraatiomallissa oletetaan, että haluttu pääomakanta ($K^d(t)$) riippuu nykyhetken tuotannosta ($Q_o(t)$):

$$(6.2) \qquad K^d(t) = a_o + a_1 Q_o(t) ,$$

jossa $K^d(t)$ on periodin t haluttu pääomakanta. Oletetaan, että lähtötilanteessa pääomakanta on $K^d(o)$ ja että tietyn eksogeenisen tekijän muutoksen johdosta uusi tasapainotila periodilla 1 on $K^d(1)$. Sopeutumisprosessia kuvaa käyrä AB kuviossa (i):

kuvio (i)



Sopeutumisura AB perustuu oletukseen, että pääomakanta kuluu vakionopeudella. Toisaalta sopeutumismallista (yhdistämällä (6.1) ja (6.2), $K^d(t) \doteq \bar{x}(t)$) saadaan erilainen aikaura, koska pääomakanta riippuu periodin t tuotannosta. Jos tuotannon odotetaan muuttuneessa tilanteessa nousevan lyhyellä aikavälillä, kasvaa myös pääomakanta, jolloin saadaan kuvaaja AFC. Itse asiassa lukuisa määrä kertoimen g arvoja voi olla empiirisesti hyväksyttäviä eikä yleisempien viivästysrakenteiden soveltaminen ratkaise ongelmaa.

Myös uusklassisessa teoriassa on sama ongelma, sillä siinäkin haluttu pääomakanta riippuu tuotannosta (suhteellisten hintojen lisäksi):

$$(6.3) \quad K^d(t) = a \left(\frac{p}{c} \right) Q_o(t) ,$$

jossa a oli tuotannon jousto pääoman suhteen. Relaation (6.3) tulisi olla voimassa vain, jos optimaalinen tuotanto ($Q_o^e(t)$) sijoitetaan yhtälöön (6.3). Siis pitkän aikavälin tasapainossa, kun kaikki ehdot on täytetty, on myös (6.3) voimassa. Toisaalta, jos ei olla pitkän ajan tasapainotilassa, ei ole mitään syytä, miksi (6.3):n olisi oltava voimassa. Mallin (6.3) pohjalta saataisiin myös osoitetuksi, että lyhyen aikavälin reaktio voi olla vastakkaissuuntainen pitkän aikavälin reaktion kanssa. Ts. on myös mahdollista saada negatiivinen sopeutumiskerroin g (MUNDLAK (1966): s. 54). Toisaalta on yhtä hyvin mahdollista saada ykköstä suurempi sopeutumiskerroin. Nämä tulokset merkitsevät perusmallin (2.12) luku 2.1) kannalta sitä, että vaikka $\sum_i u_i = 1$, niin oletus $0 < u_i < 1$ jokaisella i:llä ei välttämättä päde, jolloin siis lukujonojen $\{u_i\}$ tai $\{h_i\}$ kuvaajat voivat kulkea välin (0, 1) ulkopuolella ts. olla jollakin i:n arvolla (arvoilla) negatiivisia tai ykköstä suurempia. Edellä olevasta tullaan siihen keskeiseen johtopäätökseen, että vaikka kvadraattisella ohjelmoinnilla olisi mahdollista saada kertoimille g ja u_i (h_i) arvot, jotka ovat välillä (0, 1) jokaisella i:llä, niin teoreettista perustaa tällaiselle menettelylle ei löydy, varsinkin jos otetaan huomioon, että kvadraattinen ohjelmointi ei useissa tapauksissa ole tarpeen parametrien identifioinnin kannalta. Kvadraattisen ohjelmoinnin käyttäminen mallien estimoinnissa antaisi siis jokaisessa tapauksessa stabiilin ratkaisun (ts. $0 < g, u_i, h_i < 1$, jokaisella i:llä), mutta se ei toisi mitään perusratkaisua viivästysrakenteen endogeenisuuden ongelmaan, vaan lähtisi edelleen siitä, että viivästysrakenne on a priori annettu suoritetussa analyysissa. Tästä syystä kvadraattisella ohjelmoinnilla saatuja tuloksia ei ole tutkimuksessa esitetty, vaan on tyydytty mallien estimointiin pns-menetelmällä, jolloin tuloksena on ollut eräissä tapauksissa epäloogisia viivästysfunktioita. Toisaalta edellä osoitettiin, että epäloogisuus (ts. $g, u_i \notin (0,1)$) on näennäistä teoreettiselta kannalta, koska teoreettisesti on mahdollista johtaa tuloksia, joiden mukaan g tai u_i eivät välttämättä ole välillä (0, 1). Tästä syystä on aiheellista tarkastella niitäkin tuloksia, jotka ensi näkemältä tuntuvat epäloogisilta.

6.2. Pitkän aikavälin kertoimet ja jakautuneet viivästykset

Edellä esiintynyt keskeinen vaikeus saada pitkän aikavälin taloudellisten relaatioiden kertoimille empiirisiä arvoja johtuu siitä, että taloudellisten muuttujien pitkän ajan tasapainoarvoja (optimaalinen pääomakanta K^d) ei voida empiirisesti havaita. Tämän ongelman väistämiseksi on tavallisesti tehty erilaisia oletuksia havaittavissa olevien (Q_t , K_{t-1}) ja puhtaasti teoreettisten muuttujien (K_t^d) riippuvuudesta toisistaan. Nämä oletukset ovat olleet jakautuneiden viivästysten analysoinnin perustana investointiteorioissa ja vastaavissa empiirisissä tutkimuksissa. Kuten luvussa 6.1 todettiin, tämä on merkinnyt sitä, että investointitutkimuksissa on oletettu pääomakannan muutoksen sopeutumisuran optimaaliselle tasolleen määräytyvän eksogeenisesti (ts. a priori spesifioituna). Sopeutumisuraa sinänsä ei ole käytetty muuttujana (analyyttisessa mielessä) investointiteorioissa, vaan sen muoto on a priori määrätty. Lisäksi todettiin, että a priori asetettu sopeutumisura ei välttämättä ole konsistentti lyhyen aikavälin endogeenisille muuttujille saaduille komparatiivis-staattisille ratkaisuille. Tällöin lyhyen ja pitkän aikavälin reaktiot voivat olla ristiriidassa ja investointien reaktio jonkin niihin vaikuttavassa tekijässä tapahtuvaan muutokseen nähden voi olla lyhyellä aikavälillä negatiivinen (esim. $g < 0$ tai yleisemmin $g \notin (0,1)$), mutta silti pitkällä aikavälillä positiivinen.

Peruslähtökohtana viivästysrakenteen endogeenisuus-eksogeenisuus dilemman ratkaisussa voisi olla se, että sopeutumisyhtälöitä käytetään kuvaamaan vain sellaisia muuttujien vaihteluita, joita KS-analyysi ei voi selvittää. Vaikka KS-analyysi ei eksplisiittisesti selvitä, kuinka muuttujat siirtyvät tasapainotilasta toiseen ($K^d(0) \longrightarrow K^d(1)$, kuvio (i) s. 131), niin se asettaa kuitenkin rajoituksia tiettyjen muuttujien liikkeille tasapainotilojen välillä (MUNDLAK(1967): s. 278). Ehkä tunnetuin tällainen tapaus koskee yrityksen teoriaa, jossa on tehty eksplisiittinen ero lyhyen ja pitkän aikavälin analyysin välillä. Yrityksen tarjonta lyhyellä aikavälillä ei ole ilman teoriaa oleva muuttuja, joka voitaisiin asettaa määräytymään mielivaltaisen sopeutumisyhtälön puitteissa. Tarjonta riippuu kiinteiden tuotannontekijöiden määristä ja hinnoista. Tällöin teoria antaa myös perustan lyhyen ajan tarjontafunktiolle, jossa tarjonta tietyllä periodilla on endogeeninen muuttuja. Siksi tämän muuttujan sopeuttaminen periodista toiseen on endogeeninen ilmiö.

Seuraavassa esitetään lyhyt teoreettinen kehikko viivästysrakenteen endogeenisuus-eksogeenisuusongelman tarkastelulle Mundlakin mukaan.[1] Oletetaan, että yrityksen tuotantofunktio on täydellisen kilpailun vallitessa:

$$H(x_1, \dots, x_M, x_{M+1}, \dots, x_N) = 0 , \tag{6.4}$$

jossa x_i (i=1,..,M) on i:nnen hyödykkeen tuotanto ja x_i:t (i=M+1,...,N) ovat panokset. Ensimmäisen kertaluvun ehdot voitonmaksimoinnille ovat

(6.5) $\quad P_i = k\, h_i$, jossa k on Lagrangen kerroin ja $h_i = \dfrac{\partial H}{\partial x_i}$

Pitkän ajan poikkeaminen tasapainotilasta ($\bar{X}$) on tällöin

$$\begin{bmatrix} \frac{dk}{k} \\ d\bar{x}_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} o & k\,h_i \\ k\,h_i & k\,h_{ij} \end{bmatrix}^{-1} x \begin{bmatrix} o \\ dp_i \end{bmatrix} \tag{6.6}$$

joka voidaan esittää muodossa:

$$d\,\bar{X} = H^{-1}\, dP \tag{6.7}$$

Jos ositetaan vektorit $d\bar{X}$ ja dP kahteen osaan siten, että ensimmäiset M+1 riviä ovat toinen ositus ja jäljelle jäävät N-M riviä toinen ositus ja H ositetaan vastaavasti saadaan yhtälö:

1. Ks. MUNDLAK (1967): s. 280-288

$$(6.8)\quad \begin{bmatrix} d\,\overline{X}_M \\ \cdots \\ d\,\overline{X}_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H^{MM} & \vdots & H^{MN} \\ \cdots & \vdots & \cdots \\ H^{NM} & \vdots & H^{NN} \end{bmatrix}^{-1} \times \begin{bmatrix} d\,P_M \\ \cdots \\ d\,P_N \end{bmatrix},$$

$$\text{jossa}\quad H^{-1} = \begin{bmatrix} H_{MM} & H_{MN} \\ H_{NM} & H_{NN} \end{bmatrix}^{-1}$$

Lyhyen aikavälin komparatiivis-staattista analyysia varten oletetaan, että a) endogeenisia muuttujia ovat $(x_m)=(x_1,\ldots,x_M)$ ja b) eksogeenisia muuttujia ovat $(x_n)=(x_{M+1},\ldots,x_N)$. Lisäksi on huomattava, että lyhyellä aikavälillä eksogeeniset muuttujat ovat endogeenisia pitkän aikavälin analyysissa. Näiden muuttujien arvoista pitkän aikavälin tasapainoratkaisujen välillä ei KS-analyysi kerro mitään, jolloin ne ovat lyhyen aikavälin KS-analyysissa rajoituksia tai parametreja. Merkitään, että $(x_n) = (q_n) = Q_N$.

Lyhyellä aikavälillä endogeenisilla muuttujilla (x_m) on sekä lyhyen että pitkän aikavälin tasapainoratkaisu, mikä erottaa ne muuttujista (q_n). Tämä ratkaisu saadaan maksimoimalla voittofunktio, kun rajoituksina ovat tuotantofunktio H ja (q_n). Suorittamalla maksimointi tavanomaisella Lagrangen sidotun ääriarvon menetelmällä ja järjestämällä termit uudelleen saadaan poikkeama tasapainoarvosta eli yhtälöt (6.7) ja (6.8) muotoon (ks. MUNDLAK (1967): s. 281):

$$(6.9)\quad d\,X_M = H_{MM}^{-1}\,dP_N - H_{MM}^{-1}\,H_{MN}\,dQ_N$$

Huomattakoon, että sekä lyhyen ajan reaktiovektori (dX_M) että pitkän ajan reaktiovektori $(d\overline{X}_M)$ ovat endogeenisia komparatiivisstaattisessa analyysissa, jolloin myös niiden erotus on endogeeninen. Erotus $dX_M - d\overline{X}_M$ riippuu tällöin a) lähtötilanteesta, b) eksogeenisten muuttujien muutoksista ja c) matriisista H eli

$$(6.10)\quad d\,X_M - d\,\overline{X}_M = (H_{MM}^{-1} - H^{MM})\,dP_N - H^{MN}\,dP_N - H_{MM}^{-1}\,H_{MN}\,dQ_N$$

Erotuslauseke (6.10) = 0 jos se kehitetään a) pitkän ajan tasapainokohdassa ($\bar{X}_N = Q_N$) ja b) $dQ_N = d\,\bar{X}_N$. Muulloin erotus on joko positiivinen tai negatiivinen eli lyhyen aikavälin reaktio voi olla joko voimakkaampi tai heikompi kuin pitkän aikavälin reaktio. Lisäksi ne voivat olla erisuuntaiset.

Oletetaan, että seuraava ensimmäisen kertaluvun differenssiyhtälö (osittaisen sopeutuksen malli) kuvaa endogeenisten muuttujien siirtymistä tasapainotilasta toiseen:

6.11) $x(t) - x(t-1) = g\,(\bar{x}(t) - x(t-1))\ ,\ 0 < g < 1\ ,$

jossa $\bar{x}(t)$ on x:n tasapainoarvo, kun $x(t-1)$ on annettu. Mallissa (6.11) konvergoiminen tasapainotilaan on lisäksi monotonista. - Olkoon lähtökohtatilanne 0 pitkän aikavälin tasapainokohta:

(6.12) $x_i(0) = \bar{x}_i(0)\ ,\ (i=m,\ n)$

Oletetaan, että ajankohtana 1 tapahtuu muutos hinnoissa (dP). Muuttujille (x_m) saadaan silloin yhtälöstä (6.9) komparatiivisstaattinen ratkaisu ja yhtälöstä (6.12) dynaaminen ratkaisu, jotka eivät siis välttämättä ole samoja. Niiden ei myöskään tarvitse olla keskenään konsistentteja. Ts. jos kerroin g lasketaan mallista (6.9) saadulla ratkaisulla, se ei välttämättä ole välillä (0, 1). Määritelmänsä mukaan lyhyen aikavälin eksogeenisille muuttujille (x_n) ei ole lyhyen ajan tasapainoratkaisua eikä komparatiivisstaattinen analyysi siis anna näiden muuttujien arvoa periodilla t. Tämä arvo saadaan kuitenkin sopeutumisyhtälöstä (6.11): $\bar{x}_n(0) \rightarrow \bar{x}_n(1)$. Edellä olevasta käy jo ilmi se keskeinen väittämä, että sopeutumisyhtälöllä tulisi selittää vain sellaisten muuttujien liikkeitä, jotka eivät ole endogeenisia KS-analyysissa. Jos yhtälö (6.11) oletetaan annetuksi (q_n):n liikkeille, on (q_n):n aikaura tunnettu ja yhtälö (6.9) voidaan esittää dP:n ja g:n avulla:

$$\text{(6.13)} \quad \begin{bmatrix} dq_{M+1} \\ \vdots \\ dq_N \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} g_{M+1} & & 0 \\ & \ddots & \\ 0 & & g_N \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} d\bar{x}_{M+1} \\ \vdots \\ d\bar{x}_N \end{bmatrix}$$

Merkitsemällä yhtälössä (6.13) olevaa matriisia T:llä, yhtälö on:

$$\text{(6.14)} \qquad dQ_N = T\, d\bar{X}_N$$

Tällöin dQ_N:n aikaura vaikuttaa muuttujien X_M lyhyen ja pitkän aikavälin poikkeamiseen tasapainotilastaan. Jos siis $dQ_N = d\bar{X}_N$ voidaan yhtälö (6.10) esittää muodossa:

$$\text{(6.15)} \qquad dX_M - d\bar{X}_M = - H_{MM}^{-1} H_{MN} (dQ_N - d\bar{X}_M) ,$$

josta yhtälön (6.13) avulla saadaan:

$$\text{(6.16)} \qquad dX_M - d\bar{X}_M = H_{MM}^{-1} H_{MN} (1 - T)\, d\bar{X}_N ,$$

jossa $d\bar{X}_N$ saadaan siis yhtälöstä (6.6).

Väittämälle, että on mahdoton asettaa mielivaltainen malli lyhyellä aikavälillä endogeenisille muuttujille, nähdään nyt perustelut yhtälöstä (6.16). Yhtälön (6.16) mukaan on mahdollista, vaikuttaa $d\bar{X}_M$:ään aiheuttamalla $d\bar{X}_N$:ssä muutoksia, jotka eivät vaikuta $d\bar{X}_M$:ään eli endogeenisten muuttujien pitkän aikavälin tasapainoratkaisuun.

Edellä esitetyn ongelman empiirinen ratkaisu voidaan suorittaa selittämällä viivästysfunktion (sopeutumisuran) kertoimia taloudellisilla muuttujilla, kuten esim. investointitavarateollisuuden kapasiteetin käyttöasteella, rahoituksen saatavuudella jne. Siis investointifunktion viivästysrakenteen kertoimista tehdään analyysin kohteena olevia muuttujia ja luovutaan niiden vakioisuus- sekä ennaltamääräytymisoletuksista. Käytännössä tämä edellyttäisi poikkileikkausaineiston käyttöä sekä yhdistettyä poikkileikkaus- ja aikasarja-analyysia, jotta kertoimille saataisiin aikasarja, josta niihin vaikuttavia tekijöitä voidaan analysoida.

Toisaalta on teoreettisesti pyrittävä johtamaan viivästysrakenteen muoto (ja samalla kertoimet) yrityksen käyttäytymisen teoriasta, jolloin sekä optimaalisen pääomakannan että varsinaisen investointifunktion muoto tulisivat molemmat vankemmin teoreettiselle pohjalle. Suoritetussa analyysissa voidaan havaita selvä ero teoreettiselta pohjalta johdetun optimaalisen pääomakannan määräytymisen ja varsin ad hoc-luonteisen osittaisen sopeutuksen hypoteesin (tai rationaalisen viivästysfunktion) välillä.

7. EMPIIRISISTÄ TULOKSISTA UUSKLASSISEN TEORIAN PERUSHYPOTEESIEN VALOSSA

7.1. Investointien reaktio pääoman kysynnän muutoksen suhteen

Luvuissa 5.2 - 5.5 esitettiin eri investointimallien tulokset ja niiden vertailua. Lisäksi malleja analysoitiin tavanomaisin ekonometrisin kriteerein: selityskyky ($\bar{R}$), Durbin-Watson testiluku jäännöstermin autokorreloituneisuudelle, parametrien merkitsevyystesti (t-testi), viivästysfunktioiden muodot ja keskimääräinen viivästys (KV). Seuraavassa tarkastellaan syvällisemmin uusklassisen teorian perushypoteeseista saatavien implikaatioiden pohjalta ko. teorian oletusten paikkansapitävyyttä erityisesti ottaen huomioon luvussa 6 esitetyn analyysin viivästysfunktion eksogeenisuus-endogeenisuusongelmasta. Lähtökohta on siis se, että pääoman kysynnän muutos vaikuttaa investointitoimintaan jakautuneen viivästyksen muodossa ja että vaikutuksen suuruus ja suunta riippuu etäisyydestä pääoman kysynnässä tapahtuneeseen muutokseen. Viivästysvaikutuksen aikaura (viivästysfunktio) saadaan lasketuksi liitteessä I. esitetyn kaavan (a) mukaan (ks. liite s. 2). Peruskehikon malli (2.23) voidaan esittää muodossa[1]

(7.1.a) $IB_t = (1 - (1 - \delta)\ L)\ u(L)\ K_t^d = t(L)\ K_t^d$

Olettamalla, että haluttu pääomakanta pysyy muuttumattomana (vakiona) j:n ajanjakson ajan eli että $K_t^d = K_{t-i}^d$, $(i = 0, 1, \ldots, j-1)$ saadaan bruttoinvestointien yhtälöksi:

(7.1.) $$IB_t = \sum_{i=o}^{j-1} t_i\ K_{t-i}^d + \sum_{i=j}^{\infty} t_i\ K_{t-i}^d$$

1. Ks. liite I: Rationaalisista viivästysfunktioista (liite s. 2) sekä luku 2.1.

$$= h_j K_t^d + \sum_{i=j}^{\infty} t_i K^d_{t-i} .$$

Derivoimalla yhtälö (7.1) pääoman kysynnän suhteen (joka pysyy vakiona ts. muuttumattomana j:n periodin ajan) saadaan rajainvestointialttiudeksi pääoman kysynnän suhteen

$$(7.2) \quad \frac{\partial IB_t}{\partial K_t^d} = h_j ,$$

jossa h_j on potenssisarjan t(L) kertoimien kumulatiivinen summa, ts. $h_j = \sum_{i=0}^{j-1} t_i$. Pääoman kysynnän muutos, joka kestää j periodia, johtaa siis bruttoinvestointien tason muutokseen määrällä, joka saadaan kertomalla pääoman kysynnän muutos h_j:llä. Lukujono $\{h_j\}$ kuvaa siis bruttoinvestointien reaktiota pääoman kysynnässä tapahtuneeseen muutokseen nähden:[1]

$$(7.3) \quad h_j = u_j + \delta \sum_{i=0}^{j-1} u_i , \quad (j = 0,1,2,\ldots).$$

Potenssisarjan t(L) kumulatiivisten summien muodostama lukujono $\{h_j\}$ on siis investointien reaktion aikaura pääoman kysynnän muutoksen suhteen. Lukujonon $\{h_j\}$ raja-arvo on vakio δ. Ts. pääoman kysynnässä tapahtunut muutos, joka kestää äärettömän kauan, johtaa bruttoinvestointien tason muutokseen määrällä vakio δ kertaa pääoman kysynnän muutos. Tämä investointien tason muutos on siis uusintainvestointien muutos, joka johtuu pääoman kysynnän sopeutumisesta optimaaliselle tasolleen. Tätä bruttoinvestointivaikutusta sanotaan seuraavassa <u>pitkän aikavälin vaikutukseksi</u>. Koska lukujono $\{t_i\}$ ei välttämättä ole ei-negatiivinen (ks. liite I.), ei lukujono $\{h_j\}$ ole välttämättä monotoninen. Ts. lyhyen aikavälin reaktio (ks. kuviot 5.3.1.a - 5.3.10.a) voi

---

1. Liite I: Rationaalisista viivästysfunktioista.

olla ensin nouseva ja laskea sitten vähitellen kohden tasapainotilaa. Erityisesti lyhyen aikavälin reaktio voi olla pitkän aikavälin reaktiota suurempi ja vastakkaissuuntainen. Lukujono $\{u_i\}$ ahtaa varsinaisen viivästysfunktion elementit (ks. taulukko 5.3.3) eli nettoinvestointivaikutuksen aikauran, jonka raja-arvo on nolla. Näin ollen lukujonossa $\{h_j\}$ yhdistyvät sekä netto- että uusintainvestointien vaikutuksen aikaurat ja erotuslukujono $\{h_j\} - \{u_i\}$, $(i=j)$, kuvaa uusintainvestointivaikutusta (ks. kuviot 5.3.1.a - 5.3.10.a luvussa 5.3 ja graafiliitteessä). Vertaamalla viivästysfunktioiden $\{h_j\}$ ja $\{u_i\}$ kuvaajia havaitaan, että aluksi nettoinvestointivaikutus dominoi täysin kokonaisvaikutusta, mutta keskimäärin 4-6 vuoden kuluessa pääoman kysynnässä tapahtuneesta muutoksesta uusintainvestointivaikutus alkaa hallita kokonaisvaikutusta samalla kun nettoinvestointivaikutus lähenee nollaa.

Investointien <u>lyhyen aikavälin</u> reaktio (muutos) pääoman kysyntään vaikuttavien tekijöiden (esim. koron) muutoksen suhteen saadaan kertomalla viimemainittu muutos ao. rajainvestointialttiudella. Rajainvestointialttius esimerkiksi koron suhteen saadaan kertomalla koron suhteen laskettu pääoman rajakysyntäalttius rajainvestointialttiudella pääoman kysynnän suhteen:

$$(7.4) \quad \frac{\partial IB}{\partial r} = \frac{\partial IB}{\partial K^d} \frac{\partial K^d}{\partial r} = h_i \frac{\partial K^d}{\partial r} ,$$

jossa h_i on rajainvestointialttius (investointien osittaisderivaatta) pääoman kysynnän suhteen. Vastaavasti saadaan rajainvestointialttiudet myös muille pääoman kysyntään vaikuttaville tekijöille. Uusklassisessa teoriassa pääoman kysyntä saatiin relaatiosta:

$$(7.5) \quad K^d = a \frac{pQ}{c} ,$$

jossa c on joko 1) $c_1 = q(r + \delta) - (\Delta q/q)$ tai 2) $c_2 = r$.

Pääoman ja investointien rajakysyntäalttiudet (osittaisderivaatat) eri tekijöiden suhteen saadaan kaavoista:

(7.6) $\frac{\partial K^d}{\partial r} = -a \frac{pQ}{c_1^2} q$ (7.6)′ $\frac{\partial IB}{\partial r} = -h_i a \frac{pQ}{c_1^2} q$

(7.7) $\frac{\partial K^d}{\partial p} = a \frac{Q}{c_1}$ (7.7)′ $\frac{\partial IB}{\partial p} = h_i a \frac{Q}{c_1}$

(7.8) $\frac{\partial K^d}{\partial Q} = a \frac{p}{c_1}$ (7.8)′ $\frac{\partial IB}{\partial Q} = h_i a \frac{p}{c_1}$

(7.9) $\frac{\partial K^d}{\partial q} = -a \frac{pQ}{c_1^2}(r + \delta)$ (7.9)′ $\frac{\partial IB}{\partial q} = -h_i a \frac{pQ}{c_1^2}(r + \delta)$

(7.10) $\frac{\partial K^d}{\partial (p/c_1)} = a Q$ (7.10)′ $\frac{\partial IB}{\partial (p/c_1)} = h_i a Q$

(7.11) $\frac{\partial K^d}{\partial c_1} = -a \frac{pQ}{c_1^2}$ (7.11)′ $\frac{\partial IB}{\partial c_1} = -h_i a \frac{pQ}{c_1^2}$

Jos c on $c_2 = r$, saadaan korko- ja tuotantovaikutukset relaatioista:

(7.12) $\frac{\partial K^d}{\partial r} = -a \frac{pQ}{r^2}$ (7.12)′ $\frac{\partial IB}{\partial r} = -h_i a \frac{pQ}{r^2}$

(7.13) $\frac{\partial K^d}{\partial Q} = a \frac{p}{r}$ (7.13)′ $\frac{\partial IB}{\partial Q} = h_i a \frac{p}{r}$

Myös joustavan akseleraatioteorian malleista (ks. taulukko 5.5.1) saadaan vastaavat rajakysyntäalttiudet (osittaiskerivaatat) tuotannon suhteen:

(7.14) $\frac{\partial K^d}{\partial Q} = \alpha$ (7.14)′ $\frac{\partial IB}{\partial Q} = h_i \alpha$

Seuraavissa taulukoissa 7.1.1 - 7.1.3 on esitetty eräät saaduista tuloksista. Tällöin pääoman rajakysyntäalttius on laskettu muuttujien keskiarvon suhteen ja investointireaktio on esitetty viiden ensimmäisen vuoden osalta. Tulokset on yleensä laskettu malleista, joissa korrelaatiokerroin ($\bar{R}$) on korkein (ks. taulukot 7.3.1 - 7.3.2 ja 7.5.1).

Taulukossa 7.1.3 on esitetty investointien lyhyen aikavälin reaktio viiden ensimmäisen vuoden aikana koron (r), tuotannon (Q), investointihyödykkeiden hintojen (q) ja pääomapalvelusten kustannusten (c_1) suhteen. Korkotason nousun investointeja supistava vaikutus on kaikilla sektoreilla (PUJ, MET, MUT) suurimmillaan kahden vuoden jälkeen ja lähenee sen jälkeen nopeasti nollaa. Korkovaikutus on suurin muussa tehdasteollisuudessa, missä yritysten keskimääräinen koko on sektoreista pienin. Toisaalta voitaisiin olettaa a priori, että pääomavaltaisimmilla sektoreilla, puunjalostusteollisuudessa, korkovaikutus olisi suurin. Merkittävää eroa korkovaikutuksessa puunjalostusteollisuuden ja muun tehdasteollisuuden välillä ei kuitenkaan voida havaita. Uusklassinen teoria c_2:lla (c_2 = r) estimoituna osoittaakin (taulukko 7.1.1), että korkovaikutus olisi suurin puunjalostusteollisuudessa.

Investointien lyhyen aikavälin reaktio on taulukon 7.1.3 mukaan suurin puunjalostusteollisuudessa ja pienin metalliteollisuudessa. Koska investointien reaktiota laskettaessa parametrin a estimaatti (ks. taulukot 5.3.1 ja 5.3.2) on varsin ratkaiseva, voitaneen muun tehdasteollisuuden sekä metalliteollisuuden tuloksia pitää tältä osin olennaisesti luotettavampina kuin puunjalostusteollisuuden, jonka mallien selityskyky jäi varsin heikoksi.

Investointien lyhyen aikavälin reaktio koron ja tuotannon suhteen on olennaisesti suurempi kuin investointihyödykkeiden

TAULUKKO: 7.1.1

Pääoman rajakysyntäalttius (osittaisderivaatta) eri tekijöiden suhteen.

Uusklassinen teoria: $c_1 = q\,(r + \delta) - (\Delta\, q/q)$ ja $c_2 = r$.[1]

Sektori	TEHD:[4]	PUJ:	MET:	MUT:
Relaatio				
$\frac{\partial K^d}{\partial r}$	-1.423	-0.247	-0.232	-0.396
$\frac{\partial K^d}{\partial p}$	14.603	2.408	2.274	3.870
$\frac{\partial K^d}{\partial Q}$	0.284	0.224	0.169	0.179
$\frac{\partial K^d}{\partial q}$	-0.136	-0.024	-0.022	-0.038
$\frac{\partial K^d}{\partial c_1}$	-0.017	-0.0029	-0.0027	-0.0046
$\frac{\partial K^d}{\partial r}$[2]	-2.110	-0.726	-0.337	-0.656
$\frac{\partial K^d}{\partial Q}$[3]	0.930	1.330	0.430	0.970

---

1. Mallit taulukoissa 5.3.1, 5.3.2 ja 5.5.1
2. $c_2 = r$
3. Akseleraatiomallista (ks. taulukko 5.5.1)
4. TEHD = koko tehdasteollisuus

   PUJ = puunjalostusteollisuus

   MET = metalliteollisuus

   MUT = muu tehdasteollisuus

TAULUKKO: 7.1.2

Investointien pitkän aikavälin reaktio eri tekijöiden suhteen.[5] - Uusklassinen teoria: $c_1 = q\,(r + \delta) - (\Delta\, q/q)$ ja $c_2 = r$. - $\frac{\partial IB}{\partial y} = \delta \frac{\partial K^d}{\partial y}$ ja $K_t^d = a\,\frac{p_t Q_t}{c_t}$.[1]

Sektori:	TEHD:[4]	PUJ:	MET:	MUT:
Relaatio				
$\frac{\partial IB}{\partial r}$	-0.0227	-0.0042	-0.0037	-0.0063
$\frac{\partial IB}{\partial p}$	0.2340	0.0409	0.0303	0.0619
$\frac{\partial IB}{\partial Q}$	0.0045	0.0038	0.0027	0.0029
$\frac{\partial IB}{\partial q}$	-0.0022	-0.0004	-0.0004	-0.0006
$\frac{\partial IB}{\partial c_1}$	-0.0003	-0.0001	-0.0001	-0.0001
$\frac{\partial IB^2}{\partial r}$	- 0.0338	-0.0123	-0.0054	-0.0104
$\frac{\partial IB^3}{\partial Q_{aks}}$	0.0149	0.0226	0.0069	0.0155

---

1. ks. taulukko 7.1.1; $y = r, p, Q, q, c_1, r_{c_2}, Q_{aks}$

2. $c_2 = r$

3. akseleraatiomallista, ks. taulukko 7.1.1.

4. TEHD = koko tehdasteollisuus, PUJ = puunjalostusteollisuus
   MET = metalliteollisuus, MUT = muu tehdasteollisuus

5. reaktio = rajainvestointialttius pääoman kysyntään vaikuttavien tekijöiden suhteen

TAULUKKO: 7.1.3

Investointien lyhyen aikavälin reaktio eräiden tekijöiden suhteen, yhtälöt (7.6)', (7.8)', (7.10)' ja (7.11)'.[1]

Sektori: / Tekijä		TEHD:	PUJ:	MET:	MUT:
$\frac{\partial IB}{\partial r}$[2]:	h_o	-0.635	-0.165	-0.084	-0.173
	h_1	-0.157	-0.002	-0.040	-0.077
	h_2	-0.891	-0.149	-0.096	-0.191
	h_3	0.296	0.110	0.005	0.041
	h_4	-0.141	-0.094	-0.027	-0.019
$\frac{\partial TB}{\partial Q}$:	h_o	0.127	0.150	0.061	0.078
	h_1	0.031	0.002	0.029	0.035
	h_2	0.178	0.135	0.070	0.086
	h_3	-0.059	-0.100	-0.004	-0.018
	h_4	0.028	0.085	0.020	0.008
$\frac{\partial IB}{\partial q}$:	h_o	-0.0607	-0.0161	-0.0080	-0.0166
	h_1	-0.0151	-0.0002	-0.0038	-0.0074
	h_2	-0.0851	-0.0145	-0.0091	-0.0184
	h_3	0.0282	0.0108	0.0008	0.0039
	h_4	-0.0135	-0.0091	-0.0026	-0.0018
$\frac{\partial IB}{\partial c_1}$:	h_o	-0.0076	-0.0019	-0.0017	-0.0020
	h_1	-0.0019	-0.0001	-0.0005	-0.0009
	h_2	-0.0106	-0.0017	-0.0011	-0.0022
	h_3	0.0035	0.0013	0.0001	0.0005
	h_4	-0.0017	-0.0011	-0.0003	-0.0002

1. relaatiosta $c_1 = q\ (r + \delta) - (\Delta\ q/q)$

2. parametrien estimaatit esitetty taulukoissa 5.3.1 ja 5.3.2.

hintojen (q) tai pääomakustannusten (c_1) suhteen. Tulosta voitaneen pitää a priori oletusten mukaisena. Metalliteollisuudessa investointien reaktio pääomahyödykkeiden hintojen suhteen on varsin pieni, koska huomattava osa metalliteollisuudesta on investointihyödykkeitä tuottavaa teollisuutta, jolle näiden hintojen (q) nousu merkitsee itse asiassa lopputuotteiden kysynnän hintojen nousua.

Taulukoiden 7.1.1 ja 7.1.2 tulokset osoittavat, että pääoman kysynnän ja investointien reaktio tuotannon suhteen on akseleraatioteoriasta estimoituna olennaisesti suurempi kuin uusklassisen mallin pohjalta. Toisaalta uusklassisessa mallissa investointien reaktio tuotannon suhteen on keskimäärin kymmenen kertaa suurempi kuin reaktio pääomapalvelusten hinnan (c_1) suhteen (taulukot 7.1.2 ja 7.1.3). Aikaisemmin luvussa 5.4 saatiin varsin samansuuntaisia tuloksia. Tällöin investointien reaktio voittojen ja poistojen summan suhteen oli moninkertainen verrattuna reaktioon palkka- ja korkokustannusten summan suhteen (ks. taulukko 5.4.6). Myös luvussa 7.2 tullaan tämänsuuntaisiin tuloksiin tuotannon ja suhteellisten hintojen reaktion erosta.

7.2. Pääoman joustot tuotannon ja suhteellisten hintojen suhteen

Uusklassisen teorian luvussa 3.1 esitetyn formuloinnin kriittinen testaus perushypoteesien implikaatioista saadaan analysoimalla pääomakannan joustoa tuotannon ja suhteellisten hintojen suhteen. Olettamalla, että tuotantofunktio on Cobb-Douglas -muotoa, saatiin halutun pääomakannan yhtälöksi:

$$(7.15) \quad K^d = a\,\frac{pQ}{c} ,$$

missä parametri a on tuotannon jousto pääoman suhteen. Yhtälössä (7.15) oletetaan, että halutun pääomakannan jousto on sekä tuotannon että suhteellisten hintojen suhteen pitkällä aikavälillä ykkönen eli

$$(7.16) \quad E_q = \frac{\partial \log K^d}{\partial \log Q} = 1$$

$$(7.17) \quad E_p = \frac{\partial \log K^d}{\partial \log (p/c)} = 1$$

Yhtälöiden (7.15) - (7.17) määrittelemässä muodossa estimoidun uusklassisen investointifunktion empiiriset tulokset riippuvat ratkaisevasti oletuksista (7.16) ja (7.17), jotka yhdessä ovat osa teorian keskeisintä perushypoteesia. Yksikköoletus tuotannon (7.16) suhteen seuraa mistä tahansa ensimmäisen asteen tuotantofunktiosta. Yksikköoletus suhteellisten hintojen suhteen on kuitenkin ratkaiseva, koska se perustuu Cobb-Douglas -tuotantofunktion valintaan, jolloin kansantalouden teknologian ollessa esim. CES-tuotantofunktion muotoa olisi substituutiojousto ykköstä pienempi ts. perushypoteesi muuttuisi yhtälön (7.17) osalta ratkaisevasti. Empiirisen analyysin osalta voidaan todeta, että Suomen teollisuudesta on tehty varsin vähän sekä CD- että CES -tuotantofunktioilla tutkimuksia verrattuna esim. USA:han. Tällöin vankkaa empiiristä perustaa tuotantofunktion muodon valinnalle mallin perustaksi ei ole saatavissa. Suomessa on CD-funktiota analysoitu kuitenkin olennaisesti enemmän kuin CES-funktiota, ja koska CD-funktiolla on saatu varsin hyviä tuloksia, valittiin se tutkimuksen lähtökohdaksi.[1]

---

1. ~~CES-tuotantofunk~~tiosta, jossa on vakiot skaalatuotot, saadaan halutun pääomakannan yhtälöksi: $K^d = b\,(p/c)^{h_1}\,Q$, jossa h_1 on substituutiojousto ja b on CES-funktion substituutioparametri eli $h_1 = (1/1 + b)$, (DHRYMES (1967): s. 215), ALLEN (1968): s. 53). Myöhemmin osoitetaan, että logaritmisista malleista saadut tulokset ovat eräissä tapauksissa konsistentteja CES-tuotantofunktion implikaatioiden kanssa (luku 7.3).

Oheisessa taulukossa 7.1.4 on esitetty tasomalleista (taulukot 5.3.1 ja 5.3.2) lasketut joustot sektoreittain suhteellisten hintojen (p/c) ja tuotannon <u>tulon</u> suhteen. Tasomuotoisessa mallissa, jossa $K^d = a \frac{pQ}{c}$, pääoman jousto halutun pääomakannan suhteen on pitkällä aikavälillä ykkönen eli yhtä suuri kuin jousto (pQ/c):n suhteen. Tällöin

$$(7.18) \quad \sum_{i=0}^{\infty} \hat{u}_i = \frac{\sum_i (\widehat{as}_i)/\hat{a}}{1 - \sum_j \hat{w}_j} = E_K d = E_{\frac{pQ}{c}} = 1;$$

jossa parametrit w_j ja as_i saadaan suoraan estimoiduksi mallista, mutta a:n ja siten s_i:n estimaatit saadaan parametreja koskevalla rajoituksella $\sum u_i = 1$ (ks. liite I.). Parametrin a eli tuotannon jouston estimaatit pääoman suhteen ovat yleensä ykköstä suurempia (noin 2.00 - 4.00) eivätkä täten täytä vakioskaalatuottoisen CD-funktion oletuksia.

Pääoman kysynnän pitkän aikavälin jousto muuttujan (pQ/c) suhteen osoittautuu kaikissa malleissa (taulukko 7.1.4) olennaisesti ykköstä pienemmäksi. Jouston estimaatti vaihtelee 0.087 - 0.482 ja on useimmissa tapauksissa vain noin 0.1:n suuruinen. Jouston estimaatille ei hajontaa ole laskettu, mutta olettaen $(\sum \hat{s}_i)$:n ja $(\sum \hat{w}_j)$:n kovarianssin nollaksi saadaan hajonta lausekkeelle $1 - \sum (\hat{s} + \hat{w})$, jonka ei siis tulisi poiketa merkitsevästi nollasta, jotta $\hat{E}_{\frac{pQ}{c}}$ ei poikkeaisi merkitsevästi ykkösestä. Taulukon 7.1.4 tuloksista havaitaan kuitenkin, että nollahypoteesi $1 - \sum (\hat{s}_i + \hat{w}_j) = 0$ joudutaan kaikissa malleissa hylkäämään ja useimmiten 99 %:n tasolla. Ainakaan tasomalleista estimoituna uusklassisen teorian keskeisin oletus ykkösjoustosta tulon pQ/c suhteen ei Suomen tehdasteollisuudessa näytä olevan voimassa.

Edellä todettiin, että tasomalleista ei joustoja saada suoraan estimoiduksi. Siirtymällä logaritmisiin differenssimalleihin

TAULUKKO: 7.1.4

Pääomakannan (K) jouston estimaatit ($\hat{E}$) suhteellisten hintojen ja tuotannon tulon ($\frac{pQ}{c}$) suhteen tasomalleista (ks. taulukot 5.3.1 ja 5.3.2).

$$IB_t = \sum_{i=0}^{m} as_i \, \Delta \left(\frac{pQ}{c}\right)_{t-i} + \sum_{j=1}^{n} w_j \, \Delta \, K_{t-j} + \delta K_{t-1} + u_t$$

		m	n	Σas_i	Σw_j	$\bar{R}$	$\hat{E}$ [2]	$1 - \Sigma (s + w)$ [3]
TEHD: [1]	$c_1^{\$}$:	3	1	3.873	0.368	0.964	0.276	-0.736
				(2.73)	(2.27)			(2.32)
	c_1:	3	2	3.762	0.267	0.962	0.231	-0.474
				(2.62)	(1.90)			(2.26)
PUJ:	c_1:	3	2	4.750	0.371	0.881	0.190	-0.877
				(1.40)	(1.65)			(1.56)
	$c_1^{\$}$:	3	1	4.034	0.789	0.885	0.482	-1.577
				(1.51)	(3.63)			(2.57)
MET:	$c_1^{\$}$:	3	2	1.616	-0.056	0.954	0.087	0.113
				(1.86)	(1.67)			(1.76)
	$c_1^{\$}$:	3	1	1.618	0.182	0.954	0.112	-0.363
				(2.01)	(1.82)			(1.98)
MUT:	c_1:	3	2	1.976	0.113	0.949	0.111	-0.225
				(1.52)	(1.74)			(1.63)
	$c_1^{\$}$:	3	1	2.265	0.256	0.948	0.152	-0.513
				(1.76)	(1.89)			(1.81)

1. Estimoidut mallit on esitetty taulukoissa 5.3.1 ja 5.3.2 (estimaattiliite).

2. $\hat{E} = \left(\frac{dK}{d(\frac{pQ}{c})} \right)_{PA} \cdot \frac{\bar{M}(\frac{pQ}{c})}{\bar{M}(K)}$, jossa $\bar{M}$ on keskiarvo-operaattori, PA viittaa pitkään aikaväliin ja $\left(\frac{dK}{d(\frac{pQ}{c})} \right)_{PA} = \frac{\sum_i \widehat{as}_i}{1 - \sum_j \hat{w}_j}$.

3. s_i:n ja w_j:n estimaatit esitetty taulukossa 5.3.3 (estimaattiliite).

saadaan ehkä luotettavampi testi uusklassisen teorian joustohypoteeseille. Logaritmisessa muodossa pääomakannan muutokselle estimoitava malli on:

$$(7.19) \quad \Delta \log K_t = \sum_{i=0}^{m} s_i \Delta \log(\tfrac{pQ}{c})_{t-i} + \sum_{j=1}^{n} w_j \Delta \log K_{t-j} + u_t$$

Vastaavassa mallissa bruttoinvestoinneille on selittävänä muuttujana lisäksi viivästetyn pääomakannan tason logaritmi, joka ottaa huomioon uusintainvestointivaikutuksen. Mallin (7.19) avulla saadaan testatuksi suoremmin pitkän aikavälin ykkösjousto-oletuksen paikkansapitävyyttä, eli että

$$(7.20) \quad \hat{E}_{\frac{pQ}{c}} = \frac{\sum_i \hat{s}_i}{1 - \sum_j \hat{w}_j} = 1$$

tai että tilastollisesti ei voida hyljätä hypoteesia

$1 - \sum(\hat{s}_i + \hat{w}_j) = 0.$

Vielä diskriminoivampi ja ehkä luotettavampi testi tuotannon ja suhteellisten hintojen erillisestä vaikutuksesta saadaan mallilla:

$$(7.21) \quad \Delta \log K_t = \sum_{i=0}^{m} (s_{pi} \Delta \log(\tfrac{p}{c})_{t-i} + s_{qi} \Delta \log Q_{t-i}) + \sum_{j=1}^{n} w_j \Delta \log K_{t-j} + v_t$$

Mallista (7.21) saadaan joustot suhteellisten hintojen ja tuotannon suhteen seuraavasti:

$$(7.22) \quad \hat{E}_p = \frac{\sum_i \hat{s}_{pi}}{1 - \sum_j \hat{w}_j} = 1$$

$$(7.23) \quad \hat{E}_q = \frac{\sum_i \hat{s}_{qi}}{1 - \sum_j \hat{w}_j} = 1$$

Taulukoissa 7.1.5 ja 7.1.6 on esitetty tulokset tehdasteollisuuden osalta sekä nettoinvestointi- että bruttoinvestointimalleista saatuna. Tehdasteollisuuden sektoreille ei ole esitetty tuloksia, koska ne ovat varsin samansuuntaisia koko tehdasteollisuudelle saatujen tulosten kanssa. Taulukosta 7.1.5 saadaan pitkän aikavälin jousto $(\hat{E})$ tulon $(\frac{p}{c}Q)$ suhteen. Kaikissa malleissa tulokset ovat yhdenmukaisia vastaavista tasomalleista (taulukko 7.1.4) saatujen tulosten kanssa ts. nollahypoteesia $\hat{E}_{\frac{p}{c}Q} = 1$ pitkällä aikavälillä ei voida hyväksyä. Jouston estimaatin $(\hat{E})$ hajontaan liittyvät riippumattomuusoletukset tuskin muuttavat olennaisesti tätä tulosta.

Oletukselle, että pääoman jousto on ykkönen sekä tuotannon (Q) että suhteellisten hintojen $(\frac{p}{c})$ suhteen erikseen, ei myöskään saada tukea taulukon 7.1.6 tuloksista. Yhtä tapausta lukuun ottamatta sekä $\hat{E}_p$ että $\hat{E}_q$ poikkeavat merkitsevästi ykkösestä (99 %:n tasolla). Ainoastaan mallin A: 2) osalta ei nollahypoteesia $E_q = 1$ voida hyljätä. Ts. tässä tapauksessa pääoman jousto tuotannon suhteen olisi siis ykkönen pitkällä aikavälillä. Toisaalta kuitenkin taulukosta 7.1.6 havaitaan, että tulos saadaan mallista, jossa kaikkien parametrien t-luvut ovat ei-merkitseviä eli selvästi pienempiä kuin kaksi.

Taulukon 7.1.6 tuloksista havaitaan, että pääoman kysynnän jousto tuotannon suhteen on olennaisesti suurempi kuin jousto suhteellisten hintojen suhteen. Keskimäärin jousto $\hat{E}_q$ on noin neljä kertaa suurempi kuin jousto $\hat{E}_p$. Tulosten perusteella on lisäksi oletettavissa, että $\hat{E}_p$ ei poikkea merkitsevästi nollasta. Lisäksi oletuksella, että $\sum \hat{s}_{pi}$ on riippumaton $\sum \hat{s}_{qi}$:stä, joustojen $\hat{E}_q$ ja $\hat{E}_p$ estimaattien erot ovat selvästi merkitseviä. Välillisesti tulokset antavat myös tukea joustavan akseleraatioteorian testaukselle (ks. luku 5.5), jonka tulosten mukaan akseleraattorimuuttujien

TAULUKKO: 7.1.5.

TEHDASTEOLLISUUS

Pääomakannan jouston estimaatit ($\hat{E}$) suhteellisten hintojen ja tuotannon tulon ($\frac{pQ}{c}$) suhteen logaritmisista malleista.

$$\hat{E} = \sum_{i=o}^{m} \hat{s}_i \Big/ \Big(1 - \sum_{j=1}^{n} \hat{w}_j \Big)$$

A): $$\Delta \log K_t = \sum_{i=o}^{m} s_i \, \Delta \log\Big(\frac{pQ}{c}\Big) + \sum_{j=1}^{n} w_j \, \Delta \log K_{t-j} + u_1$$

B): $$\Delta \log IB_t = \sum_{i=o}^{m} s_i \, \Delta \log\Big(\frac{pQ}{c}\Big) + \sum_{j=1}^{n} w_j \, \Delta \log K_{t-j} + \log K_{t-1} + u_2$$

	1.	m	n	$\Sigma \hat{s}_i$	$\Sigma \hat{w}_j$	$\bar{\bar{R}}$	$\hat{E}$	$1 - \Sigma (\hat{s}+\hat{w})$
A):								
1)	c_1:	3	1	0.076 (1.41)	0.554 (3.10)	0.641	0.027	0.368 (2.38)
2)	c_1:	3	2	0.079 (1.51)	0.769 (1.86)	0.615	0.342	0.152 (1.76)
3)	c_1:	2	1	0.055 (1.79)	0.616 (3.53)	0.627	0.143	0.329 (2.71)
4)	c_2:	3	1	0.086 (1.52)	0.567 (3.15)	0.662	0.199	0.347 (2.34)
5)	c_2:	3	2	0.089 (1.50)	0.773 (1.81)	0.637	0.392	0.138 (1.74)
6)	c_2:	2	1	0.062 (1.72)	0.593 (3.51)	0.678	0.152	0.345 (2.68)
B):								
7)	c_1:	3	2	1.737 (2.12)	-9.500 (2.10)	0.755	0.165	8.762 (2.10)
8)	c_1:	3	1	1.910 (2.46)	-8.447 (3.48)	0.762	0.202	7.537 (3.12)
9)	c_1:	2	1	1.145 (2.14)	-5.895 (2.31)	0.668	0.166	5.750 (2.22)
10)	c_2:	3	2	1.510 (1.70)	-8.600 (1.86)	0.742	0.157	8.090 (1.79)
11)	c_2:	3	1	1.646 (1.86)	-7.747 (3.02)	0.751	0.188	7.101 (2.44)
12)	c_2:	2	1	1.240 (2.45)	-6.617 (2.80)	0.747	0.163	6.377 (2.62)

1. $c_1 = q(r + \delta) - (\Delta q/q)$, $c_2 = r$, osa malleista on taulukossa (7.1.5)' estimaattiliitteessä.

TAULUKKO: 7.1.6

TEHDASTEOLLISUUS

Pääomakannan jouston estimaatit suhteellisten hintojen ($\hat{E}_p$) ja tuotannon ($\hat{E}_q$) suhteen; $c = q\ (r + \delta) - (\triangle q/q)$.

$$\hat{E}_p = \sum_{i=o}^{m} \hat{s}_{pi} / \left(1 - \sum_{j=1}^{n} \hat{w}_j\right) \; ; \quad \hat{E}_q = \sum_{i=o}^{m} \hat{s}_{qi} / \left(1 - \sum_{j=1}^{n} \hat{w}_j\right)$$

$$\text{A):} \quad \triangle \log K_t = \sum_{i=o}^{m} \left(s_{pi} \triangle \log\left(\frac{p}{c}\right)_{t-i} + s_{qi} \triangle \log Q_{t-i}\right) + \sum_{j=1}^{n} w_j \triangle \log K_{t-j} + u_1$$

$$\text{B):} \quad \triangle \log IB_t = \sum_{i=o}^{m} \left(s_{pi} \triangle \log\left(\frac{p}{c}\right)_{t-i} + s_{qi} \triangle \log Q_{t-i}\right) + \sum_{j=1}^{n} w_j \triangle \log K_{t-j} + \log K_{t-1} + u_2$$

	m	n	$\sum \hat{s}_{pi}$	$\sum \hat{s}_{qi}$	$\sum \hat{w}_j$	$\bar{R}$	$\hat{E}_p$	$\hat{E}_q$	$1-\sum(\hat{s}_p + \hat{w})$	$1-\sum(\hat{s}_q + \hat{w})$
A):[1]										
1)	3	1	0.060 (1.21)	0.174 (1.62)	0.592 (3.20)	0.725	0.147	0.426	0.348 (2.21)	0.234 (2.39)
2)	3	2	0.058 (1.19)	0.185 (1.58)	0.797 (1.72)	0.703	0.285	0.911	0.145 (1.56)	0.018 (1.61)
3)	2	2	0.043 (1.24)	0.225 (2.20)	0.543 (2.37)	0.709	0.094	0.492	0.414 (1.86)	0.232 (2.29)
4)	2	1	0.038 (1.29)	0.166 (2.25)	0.621 (3.80)	0.724	0.101	0.438	0.341 (2.54)	0.213 (3.01)
B):										
5)	2	2	0.746 (1.87)	2.957 (2.95)	-6.081 (1.72)	0.823	0.105	0.418	6.335 (2.46)	4.124 (2.41)
6)	2	1	0.758 (1.90)	3.122 (3.45)	-5.593 (2.76)	0.833	0.115	0.474	5.835 (2.33)	3.471 (3.11)

1. Estimoidut mallit taulukossa (7.1.6.)´, ks. estimaattiliite.

vaikutus investointitoimintaan on varsin suuri. Taulukon 7.1.6 tulokset muun tehdasteollisuuden osalta osoittivat pääoman jouston tuotannon suhteen vaihtelevan eri malleissa 0.45 - 0.75 ja olevan keskimäärin 0.55. Toisaalta joustava akseleraatioteoria sellaisenaan osoittautui kokonaiskorrelaatiolla $\bar{\bar{R}}$ mitattuna varsin hyväksi investointitoiminnan selittäjäksi muussa tehdasteollisuudessa. Tältä osin tulokset ovat siis varsin samankaltaiset kuin uusklassisen teorian (ks. luku 7.1), odotetun kannattavuuden hypoteesin (luku 5.4) ja akseleraatioteorian osalta (luku 5.5) saadut tulokset.

Eri hypoteeseista saatujen yhdensuuntaisten tulosten merkitys on ehkä olennaisin uusklassisen teorian testauksen ja tulosten tulkinnan kannalta, koska aikaisemmin on jo todettu, että uusklassisen teorian keskeisimmän muuttujan c:n ($c_1 = q\,(r + \delta) - (\Delta q/q)$, $c_2 = r$) heikkoudet ovat varsin suuret Suomen teollisuuden olosuhteet huomioon ottaen; muuttujassa c ei välittömästi ilmene yhtiöverotuksen, poistosäännösten ja varastojen aliarvostuksen vaikutus pääoman käyttäjän hintaan. Sitä vastoin odotetun kannattavuuden hypoteesin muuttujassa EP = V/PK, jossa PK = palkka- ja korkokustannusten summa ja V = voittojen ja poistojen summa, verotus- ja poistosäännösten vaikutus tulee selvemmin huomioon otetuksi. Lisäksi voitaneen olettaa, että poistojen käyttäminen ja varastojen aliarvostuksen käyttäminen investointien rahoitukseen vaikuttamalla voittojen kehitykseen eivät ole toisistaan riippumattomia.

Näistä eri luvuista saaduista tuloksista voitaneen siis tehdä se johtopäätös, että investointien ja pääoman kysynnän sekä lyhyen että pitkän aikavälin reaktio on akseleraattorityyppisten (tuotanto, tulo, voitto) muuttujien suhteen Suomen tehdasteollisuudessa ja sen eri sektoreilla olennaisesti suurempi kuin suhteellisten hintojen tai sen osakomponenttien pääoma- tai työvoimakustannusten suhteen. Sitä vastoin investointien ja pääoman kysynnän reaktion voimakkuuden ja aikauran muoto vaihtelee huomattavasti sektoreittain ja lisäksi tältä osin saatuihin tuloksiin on suhtauduttava varsin suurella varauksella, koska investointiprosessin viivästysrakenne on oletettu eksogeeniseksi kaikissa malleissa (vrt. luku 6).

Ehkä olennaisinta taulukoiden 7.1.4 - 7.1.6 tuloksissa uusklassisen teorian perushypoteesien testaamisen kannalta on se, että tulokset ovat likimäärin konsistentteja ensimmäisen asteen CES-tuotantofunktiosta saataville implikaatioille. Tällöin

$$(7.24) \quad K^d = b \left(\frac{p}{c}\right)^{E_p} Q ,$$

jossa $E_p = h_1$ on siis selvästi ykköstä pienempi (ks. alaviite s. 148). Jos oletetaan, että CES-tuotantofunktiossa skaalatuottojen ollessa ei-vakioiset pääoman rajatuottavuuden olisi oltava yhtä suuri kuin pääoman käyttökustannus (c), työvoiman rajatuottavuuden määräytyessä vapaasti, niin tulokset ovat vielä selvemmin konsistentteja CES-funktion kanssa, jossa asteluku on ykköstä suurempi. Yleisestä kahden tuotannontekijän CES-funktiosta

$$(7.25) \quad Q = e \left(h K^{-b} + (1-h) L^{-b}\right)^{-\frac{v}{b}} ,$$

jossa parametrit ovat: e = tehokkuusparametri, h = distribuutioparametri, b = substituutioparametri ja v = funktion asteluku, joka siis mittaa skaalatuottoja (NADIRI (1970): s. 1151), saadaan tuotannontekijöiden välinen substituutiojousto $h_1 = 1/1+b$ (ALLEN (1968): s. 52-55). Yhtälöstä (7.25) saadaan pääoman rajatuottavuusehdoksi

$$(7.26) \quad \frac{\partial Q}{\partial K} = h \, v \, e^{(1 - \frac{b}{v})} \, Q^{(1 + \frac{b}{v})} \, K^{-(1+b)}$$

Asettamalla tällöin ehto

$$(7.27) \quad \frac{\partial Q}{\partial K} = \frac{c}{p}$$

ja merkitsemällä $h\ v\ e^{(1 - \frac{b}{v})} = d^{1+b}$ saadaan halutun pääomakannan yhtälöksi

$$(7.28) \quad K^d = d\ (\frac{p}{c})^{h_1}\ Q^{(h_1 + \frac{1 - h_1}{v})}$$

Yleisemmästä yhtälöstä (7.28) saadaan Cobb-Douglas -tuotantofunktiolle, jossa siis $h_1 = 1$, erikoistapauksena haluttu pääomakannan yhtälö: $K^d = a\ \frac{pQ}{c}$. Jos $v = 1$, CES-funktio on lineaarinen ja homogeeninen ts. skaalatuotot ovat vakiot (ALLEN (1968): s. 52). Jos sitä vastoin $E_p = h_1 < 1$ ja $v > 1$, on

$$(7.29) \quad E_q = h_1 + \frac{1 - h_1}{v} = 1 + \frac{(1-v)\ (1-h)}{v} < 1 ,$$

joten taulukon 7.1.6 empiiriset tulokset ovat konsistentteja korkeamman asteen ($v > 1$) CES-funktion kanssa. Taulukon 7.1.6 tuloksista havaitaan, että kaikki E_q:n estimaatit ovat ykköstä pienempiä ja poikkeavat merkitsevästi nollasta.

Jos pääoman rajatuottavuusehdoksi oletetaan $\frac{\partial Q}{\partial K} = \frac{c}{p}$, saadaan investointifunktiosta estimoiduksi CES-tuotantofunktion aste ja substituutiojousto ja siten kääntäen testatuksi CES-funktioon perustuvaa uusklassista investointiteoriaa. Tällöin CES:n asteluku v on

$$(7.30) \quad v = (1 - E_p)\ /\ (E_q - E_p)\ .$$

Taulukossa 7.1.6 esitetystä korkeimman korrelaatiokertoimen mallista 6) saadaan $v = \frac{1 - 0.115}{0.474 - 0.115} = 2.47$ ja alhaisimman korrelaatiokertoimen mallista 2) saadaan $v = \frac{1 - 0.285}{0.911 - 0.285} = 1.14$. Kuten edellä todettiin on tuotannontekijöiden välisen substituutiojouston h_1 estimaatti E_p ja se vaihtelee 0.094 - 0.285 ja on keskimäärin noin 0.100. Kaikki taulukosta 7.1.6 saatavat v:n estimaatit ovat ykköstä suurempia, jolloin siis CES-tuotantofunktion skaalatuotot ovat kasvavat. Edellä esitetyt tulokset viittaavat kauttaaltaan siihen, että Suomen teollisuudessa on Cobb-Douglas -tuotantofunktion valintaan investointifunktion perustaksi suhtauduttava varsin suurella varauksella. Tulokset eivät yleensä ole konsistentteja CD-tuotantofunktion antamien implikaatioiden suhteen, mutta näyttävät olevan pääpiirteittäin konsistentteja CES-tuotantofunktiosta saatavien implikaatioiden suhteen, jos CES-funktion substituutiojousto tuotannontekijöiden välillä on lähempänä nollaa kuin ykköstä ja lisäksi CES-funktion skaalatuotot ovat kasvavat. Konkreettisempien johtopäätösten tekeminen edellyttäisi kuitenkin tuekseen vankkaa, sekä CD- että CES-funktiolla suoritettua tuotantofunktiotutkimusta Suomen tehdasteollisuudesta.

Edellä saatuihin tuloksiin on kuitenkin luvun 6 eksogeenisuus-endogeenisuusongelman analyysin ja liitteen II virhetermin spesifiointia koskevien tulosten johdosta suhtauduttava kriittisesti. Perusmallin viivästysrakenteen spesifiointiongelma on koko ajan otettava huomioon. Erityisesti uusklassisessa teoriassa, joka sisältää eksplisiittisesti suhteellisten hintojen vaikutuksen, voisi olla relevanttia soveltaa ns. "putty-clay" -hypoteesia (ks. käsite ALLEN (1968): s. 256), joka selvemmin tekisi eron investointien reaktiossa suhteellisten hintojen ja tuotannon muutoksen välillä. Jos uusi investoitu reaalipääoma voidaan saattaa "mihin muotoon tahansa" (putty), mutta asentamisen jälkeen se ei ole enää tuotantorakenteeltaan ja tuotannontekijöiden välisen suhteen osalta muutettavissa (clay), niin tasapainopääomakannan muutokseen johtava suhteellisten hintojen muutos olisi suurimmaksi osaksi tehokas vain siinä suhteessa ja ajassa kuin olemassa oleva pääomakanta poistuisi. Tuotannon muutos sitä vastoin johtaisi välittömästi pääomakannan lisäykseen. Myös "putty-clay" -hypoteesi viittaisi siihen, että investointien lyhyen ajan reaktio tuotannon muutokseen on nopeampi kuin reaktio suhteellisten hintojen muutokseen.

Edellä analysoitujen logaritmisten mallien tuloksia tasomalleihin verrattaessa on huomattava, että esitettyjä logaritmisia malleja ei voida johtaa suoraan tasomalleista. Ts. taso- ja logaritmiset mallit eivät ole lähtöisin samasta algebrallisesta relaatiosta, vaikka niissä on perustana sama perushypoteesi halutun pääomakannan määräytymisestä. Tasomuodossa pääomakannan muutoksen malli oli

$$(7.31) \quad \Delta K_t = \sum_{i=0}^{\infty} u_i \, \Delta K_{t-i}^d$$

ja vastaava bruttoinvestointimalli oli

$$(7.32) \quad IB_t = \sum_{i=0}^{\infty} u_i \, \Delta K_{t-i}^d + \delta K_{t-1}$$

Parametrit $\{u_i\}$ kuvaavat viivästysfunktiota ja pitkällä aikavälillä haluttu ja todellinen pääomakanta ovat yhtä suuret siten, että (7.33) $K = a \frac{pQ}{c}$, jossa (p/c) on tuotannon ja pääomapalvelusten suhteellinen hinta ja parametri a on tuotannon jousto pääoman suhteen. Logaritmisista malleista on relaation (7.33) avulla johdettu pääoman pitkän aikavälin joustot tuotannon ja suhteellisten hintojen suhteen (taulukot 7.1.5 ja 7.1.6); nämä joustot ovat siis molemmat ykkösiä. Pitkän aikavälin joustojen ykkösarvot ovat myös osa perushypoteesia eikä niitä voida suoraan estimoida tasomalleista. Edelleen pääoman pitkän aikavälin ykkösjousto tuotannon ja suhteellisten hintojen tulon suhteen oli osa testattavaa hypoteesia. Logaritminen malli (taulukko 7.1.5) voidaan esittää (redusoida tasomuotoon) tasomuodossa seuraavasti:

$$(7.34) \quad K_t = \sum_{j=0}^{\infty} v_j \, \frac{K_t}{K_{t-j}^d} \, \Delta K_{t-j}^d ,$$

jolloin havaitaan, että mallissa (7.34) selittävät muuttujat eivät ole samoja kuin alkuperäisessä tasomuotoisessa mallissa (7.31) tai (7.32). Yhtälöllä (7.34) ei ole parametrien arvoja, joilla saataisiin perusmuotoinen tasomalli (7.31) edes erikoistapauksena paitsi triviaalitapaus $u_i = 0$ jokaisella i:llä. Näin ollen logaritmisen mallin avulla ei voida suoraan testata alkuperäisen tasomallin perushypoteesien paikkansapitävyyttä. Logaritmisten mallien avulla saadaan kuitenkin suoraan pääoman pitkän aikavälin joustot tuotannon ja suhteellisten hintojen suhteen erikseen sekä niiden tulon suhteen. Koska uusklassisessa teoriassa keskeinen merkitys on juuri näiden kahden tekijän erillisen vaikutuksen identifioinnissa, antavat logaritmisista malleista saadut tulokset välillisesti tukea myös mallin (7.31) hypoteesien testaukselle. Edellä oleva on sikälikin merkityksellistä, että suhteellisten hintojen jouston ollessa likimäärin nolla päädytään akseleraatiohypoteesiin.

Perusmalli tasomuodossa on siis

$$(7.35) \qquad \Delta K_t = a \sum_{i=0}^{\infty} u_i \Delta \left(\frac{pQ}{c}\right)_{t-i} .$$

Olettaen, että muuttujan pQ/c suhde keskiarvoonsa on varianssiltaan verraten pieni, voidaan yhtälö (7.35) esittää muodossa (Taylorin sarjakehitelmänä):

$$(7.36) \qquad \frac{K_t}{K_{t-1}} = 1 + \sum_{i=0}^{\infty} u_i \left[\frac{\Delta (pQ/c)_{t-i}}{(pQ/c)_{t-i-1}}\right]$$

Toisaalta mallin (7.31) logaritminen relaatio voidaan saattaa muotoon:

$$(7.37) \qquad \frac{K_t}{K_{t-1}} = \prod_{i=0}^{\infty} \left[(pQ/c)_{t-i}/(pQ/c)_{t-i-1}\right]^{u_i}$$

Yhtälössä (7.36) pääomakannan sopeutuminen on suhteessa (pQ/c):n aritmeettisten muutosten painotettuun artimeettiseen keskiarvoon ja on siis itse asiassa olennaisesti sama kuin relaatio (7.37), jossa sopeutuminen on suhteessa (pQ/c):n suhteellisten (tai suhteiden) muutosten painotettuun geometriseen keskiarvoon. Empiiristen tulosten vastaavuus riippuu tällöin olennaisesti yhtälön (7.36) Taylorin kehitelmän jäännöstermin suuruudesta eli siis varianssista pQ/c suhteessa keskiarvoonsa. Taulukoiden 7.1.4 ja 7.1.5 tulosten ja lähinnä joustojen $E_{\frac{pQ}{c}}$ pohjalta voidaan todeta, että olennaista eroa ei näiden kahden uuskallisen mallin formuloinnin välillä ole. Taulukosta 7.1.4 (tasomallit) saadaan tehdasteollisuuden joustojen E estimaattien keskiarvoksi 0.25 ja taulukosta 7.1.5 keskiarvoksi (logaritmisista malleista) kahdestatoista eri mallista 0.22.

7.3. Virhetermin spesifioinnin vaikutus pitkän aikavälin joustoihin

Tasomuodossa esitetty uusklassinen pääoman kysyntäfunktio voidaan saattaa myös muotoon:

$$(7.38) \qquad K = A \left(\frac{p}{c} \right)^{E_p} Q^{E_q} ,$$

koska hypoteesi $K^d = a(pQ/c)$ perustuu CD-tuotantofunktion pohjalta johdettuna yksikköjoustoihin. Jos yritysten toimintaa rajoittaa CES-tuotantofunktio ja jos pääomapalvelusten virta on suhteessa pääomakantaan, voidaan E_p tulkita CES-funktion substituutiojouston h_1 estimaatiksi ja tällöin siis $E_q = h_1 + \frac{1 - h_1}{v}$, jossa v on funktion homogeenisuuden aste (ALLEN (1968): s. 52 - 54). Koska investointifunktio on johdettu Cobb-Douglas-tuotantofunktiosta, ovat siis sekä E_p että E_q ykkösiä. Lisäksi tulos pätee riippumatta CD-tuotantofunktion homogeenisuuden asteesta. Sitä vastoin lyhyellä aikavälillä relaation (7.38) ei välttämättä oleteta pätevän, jolloin päädyttiin viivästysfunktiospesifiointeihin (7.19) ja (7.21). Näiden mallien tulisi sisältää eksplisiittinen oletus virhetermin käyttäytymisestä. Lisäämällä analyysiin virhetermi on yhtälö (7.29):

$$(7.39) \quad \Delta \log K_t = \sum_{i=0}^{m} (s_{pi} \Delta \log(\tfrac{p}{c})_{t-i} + s_{qi} \Delta \log Q_{t-i})$$

$$+ \sum_{j=1}^{n} w_j \Delta \log K_{t-j} + u_t.$$

Taulukoissa 7.1.4 - 7.1.6 esitetyt mallit on estimoitu pns-menetelmällä normaalein oletuksin, jotka antavat BLUE-estimaatteja. Näissä yhtälöissä on kuitenkin selitettävän muuttujan viivästetty (viivästettyjä $n > 1$) arvo selittäjänä ja lisäksi viivästettyjä muuttujia $\Delta \log(p/c)$ ja $\Delta \log Q$ on pidettävä endogeenisina yhtälösysteemissä, jossa yhtälö (7.39) on vain osa kokonaisuudesta. Tällöin virhetermiä koskevat oletukset (korreloimattomuus ajassa) ovat varsin ratkaisevia estimaattien luotettavuuden kannalta (esim. GRILICHES (1961): s. 65 - 73). Autokorreloituneen virhetermin vaikutuksia viivästysfunktiotyyppisissä investointimalleissa on tutkittu suhteellisen vähän (KOYCK (1954): s. 77 - 106, ZELLNER - GEISEL (1968): s. 1 - 26).

Virhetermi voitaisiin spesifioida myös suoraan pääomakannan (tason) kysyntäyhtälöön mallissa (7.39), jolloin saadaan:

$$(7.40) \quad \log K_t = a + \sum_{i=0}^{m} (s_{pi} \log(\tfrac{p}{c})_{t-i} + s_{qi} \log Q_{t-i})$$

$$+ \sum_{j=1}^{n} w_j \log K_{t-j} + w_{1t}$$

Yhtälöstä (7.40) saadaan yhtälö (7.39) suorittamalla differenssioperaatio. Yhtälö (7.40) voitaisiin tulkita eräänlaiseksi "pääomakannan sopeutusmalliksi". - Olennaista on, että malleilla (7.39) ja (7.40) tai niitä vastaavilla bruttoinvestointimalleilla ei voi olla samaan aikaan riippumattomat virhetermit ainakaan samoilla indeksien m ja n arvoilla (ks. liite II. vastaava tilanne yhdistetyssä sopeutus- ja odotusmallissa). Olettaen samat indeksien m ja n arvot molempiin malleihin, saadaan virhetermiksi u_t

(7.41) $u_t = w_{1t} - w_{1t-1}$.

Jos w_{1t} on autokorreloimaton, virhetermi u_t on liukuva keskiarvo autokorreloimattomista virhetermeistä w_{1t}, jolloin mallin (7.39) estimaatit ovat harhaisia eivätkä ne ole konsistentteja. Jos taas u_t on autokorreloimaton ja sillä on vakiovarianssi (homoskedastisuusoletus), niin virhetermin w_1 generoi epästabiili autoregressiivinen prosessi ja w_1 on siis autokorreloitunut. Tällöin tavanomaisella pns-menetelmällä saadut parametrien estimaatit eivät ole optimaalisia (BLUE-estimaatteja) ainakaan toiselle spesifikaatioista (7.39) tai (7.40). Lisäksi on mahdollista, että kummankaan mallin virhetermit eivät ole autokorreloimattomia ts. COV $(u_t, u_{\neq t}) \neq 0$ ja myös COV $(w_{1t}, w_{\neq 1t}) \neq 0$.

Koska molemmissa mallispesifioinneissa (7.39) ja (7.40) on sama teoreettinen perusta, on valinta niiden välillä tehtävä empiirisin perustein, koska virhetermien u ja w_1 populaatioiden jakautumista ei analyysissa ole tietoa. Toisaalta voidaan kuitenkin formuloida yleisempi malli, josta yhtälöt (7.39) ja (7.40) saadaan erikoistapauksina. Seuraavassa pyritään yksinkertaisella kokeella diskriminoimaan empiirisesti hypoteesien (7.39) ja (7.40) eroa tai mahdollisesti hylkäämään molemmat. - Yleisempi malli saadaan oletuksella, että virhetermi w_1 määräytyy yhtälöstä

(7.42) $w_{1t} = k\, w_{1t-1} + e_t$,

jossa $|k| \leq 1$ ja e_t on normaalisesti ja riippumattomasti jakautunut odotusarvolla nolla ja jollakin vakiovarianssilla. Tällöin mallin (7.39) pns-estimaatit ovat optimaalisia vain, jos $k = 1$ ja mallin (7.40) estimaatit ovat optimaalisia, kun $k = 0$. - Hildreth ja Lu (HILDRETH - LU (1960): s. 25-42) ovat osoittaneet, että yhtälöstä

(7.43) $y_t = b\, X_t + w_t$

saadaan suurimman uskottavuuden estimaatit k:lle ja b:lle minimoimalla residuaalien neliösumma yhtälössä

(7.44) $y_t - \hat{k}\, y_{t-1} = (X_t - \hat{k}\, X_{t-1})\, b + e_t$

Minimointi voidaan suorittaa kvadraattisella ohjelmoinnilla ja löytää siten globaalinen minimiarvo. Globaalisen minimin löytämisen varmistaminen edellyttäisi iteratiivisen kvadraattisen ohjelmoinnin käyttöä, jolloin k saisi arvoja pienin vaihteluvälein väliltä $-1 \leq k \leq 1$ (esim. k = -0.001, -0.002,...). Tehtävän hankaluuden tähden tyydytään tässä vain muutamaan kokeiluun, joissa k saa arvot -0.3, 0.15, 0.13 ja 0.6 (ts. testataan lähinnä positiivisen autokorrelaation vaikutusta malliin). Vertaamalla alkuperäisten mallien tuloksia taulukoissa 7.1.4 - 7.1.6 näin saatuihin tuloksiin saadaan pääpiirteittäin kuva siitä, kuinka herkkä investointifunktio on virhetermiä koskevien oletusten suhteen. Estimoitava yhtälö on siis

(7.45) $$\log K_t - k \log K_{t-1} = a(1-k) + \sum_{i=0}^{m} \left(s_{pi}\left(\log\left(\tfrac{p}{c}\right)_{t-i} - k \log\left(\tfrac{p}{c}\right)_{t-1-i} + s_{qi}(\log Q_{t-i} - k \log Q_{t-1-i})\right) + \sum_{j=1}^{n} w_j(\log K_{t-j} - k \log K_{t-1-j}) + e_t ,$$

jossa m = 1,2 ja n = 1,2. Jos siis k = 1 niin yhtälö (7.45) vastaa yhtälöä (7.39), jos k = 0, niin yhtälö (7.45) vastaa yhtälöä (7.40). Huomattakoon, että mallissa (7.45) on δ rajoitettu a priori arvoonsa, jolloin selitettävä muuttuja on pääomakannan muutos ja mallissa ei tällöin ole viivästettyä pääomakannan tasoa. Logaritmisessa differenssimallissa bruttoinvestoinneille on kuten tasomallissakin viivästetty pääomakannan taso yhtenä selittävänä muuttujana, joka ottaa huomioon uusintainvestointien vaikutuksen. Oheisessa taulukossa 7.1.7 tulokset on esitetty eri k:n arvoilla koko tehdasteollisuudelle. Eri tehdasteollisuuden sektoreille tulokset olivat varsin samansuuntaiset koko tehdasteollisuuden tulosten kanssa ja verrattuina lisäksi vastaaviin malleihin, joissa ei eksplisiittisesti otettu huomioon virhetermin autokorreloituneisuuden mahdollisuutta.

Erityisesti on huomattava, että eksplisiittinen virhetermin autokorrelaation olettaminen muuttaa mallissa (7.45) ja vastaavissa malleissa bruttoinvestoinneille (taulukko 7.1.7) selitettävän muuttujan luonteen olennaisesti. Jos selitettävä muuttuja on $\log K_t - k \log K_{t-1}$, niin olettaen että $k \neq 1$, muuttuu vastaavan logaritmisen differenssimallin ($k = 1$) pääomakannan muutosmalli pääomakannan tason selitysmalliksi, jossa selitettävä muuttuja on logaritmi eräänlaisesta pääomakannan tason liukuvasta keskiarvosta. Liitteessä II. on esitetty vastaavanlainen tapaus yhdistetylle sopeutus- ja odotusmallille. Näiden mallien korkea korrelaatiokerroin ($\bar{R}$) johtuu siitä, että pääomakannan vaihtelut ovat suhteellisen pieniä ja autokorreloituneen virhetermin oletuksella tulee mallissa (7.45) yhdeksi selittäväksi muuttujaksi pääomakannan tason logaritmin liukuva keskiarvo, jonka korrelaatio selitettävän muuttujan kanssa on erittäin korkea (taulukko 7.1.7). Autokorreloituneen virhetermin eksplisiittinen oletus muuttaa siis taulukoiden 7.1.5 ja 7.1.6 vastaavien mallien luonteen ratkaisevasti. Ts. pääomakannan muutoksen selitysmallista (nettoinvestointien kysyntäfunktio) tulee itse asiassa pääoman kysyntäfunktio. Vastaavasti bruttoinvestointien muutoksen selitysmallista tulee bruttoinvestointien tason selitysmalli, jossa selitettävä muuttuja on logaritmi bruttoinvestointien liukuvasta keskiarvosta. Taulukoiden 7.1.5 ja 7.1.6 tuloksia verrattaessa taulukon 7.1.7 tuloksiin havaitaan ero selvästi, koska autoregressiivisissä malleissa korrelaatiokerroin on olennaisesti korkeampi kuin puhtaissa logaritmisissa differenssimalleissa (mallit B) taulukoissa 7.1.5 ja 7.1.6).

Tulokset osoittavat, että koko tehdasteollisuuden aineisto näyttää olevan konsistentti E_p:n, E_q:n ja $E_{\frac{pQ}{c}}$:n varsin laajan vaihteluvälin kanssa. Olennaisin ero aikaisempiin tuloksiin verrattuna on kuitenkin siinä, että autoregressiivisissä malleissa joustot $\hat{E}_p$, $\hat{E}_q$ ja $\hat{E}_{\frac{pQ}{c}}$ ovat selvästi suuremmat kuin vastaavissa puhtaissa logaritmisissa differenssimalleissa. Taulukon 7.1.7 tuloksista havaitaan, että pääoman pitkän aikavälin jousto tuotannon ja suhteellisten hintojen suhteen on yleensä varsin lähellä ykköstä, jolloin siis uusklassisen teorian perushypoteesi yksikköjoustoista olisi täytetty ja tulokset olisivat siis konsistentteja Cobb-Douglas -tuotantofunktion oletuksen kanssa. Eräissä malleissa jousto $E_{pQ/c}$ on huomattavasti ykköstä suurempi, mutta näissä malleissa (B)-mallit, taulukko 7.1.7) parametrien t-luvut ovat varsin alhaiset ja siten myös jouston estimaatin hajonta on suuri. Taulukon 7.1.7 pääomakannan malleista A): 1) - A): 16) saadaan jouston $E_{pQ/c}$ estimaattien aritmeettiseksi keskiarvoksi 0.972 ts. erittäin lähellä ykköstä oleva jousto. Vastaavasti bruttoinvestointien malleista B): 17) - B): 24) saadaan jouston $\hat{E}_{pQ/c}$ keskiarvoksi 2.512. Niistä bruttoinvestointimalleista, joissa parametrin $1 - \sum(s + w)$ estimaatin t-luku on suurempi kuin 1.96, saadaan sitä vastoin jouston $E_{pQ/c}$ estimaattien keskiarvoksi 0.912. Ts. sekä pääomakannan että bruttoinvestointien malleissa, joissa jouston $E_{pQ/c}$ estimaatti on suhteellisen luotettava, tulokset ovat varsin yhdenmukaiset. Vaikka saadut jouston estimaatit ovat näissä malleissa lähellä ykköstä ja siis olennaisesti suurempia kuin taulukoiden 7.1.5 ja 7.1.6 malleista saadut estimaatit, niin nollahypoteesi, että $\sum(\hat{s} + \hat{w})$ ei poikkea merkitsevästi ykkösestä eli $\hat{E}_{pQ/c}$ ei poikkea merkitsevästi ykkösestä, joudutaan 95 %:n luotettavuustasolla edelleen hylkäämään.

Taulukossa 7.1.8 esitetyistä tuloksista saadaan varsin samankaltaiset tulokset. Molemmat joustot ($\hat{E}_p$ ja $\hat{E}_q$) ovat huomattavasti lähempänä ykköstä kuin vastaavissa ei-autoregressiivisissä malleissa (taulukko 7.1.6). Lisäksi pääoman jousto tuotannon ($\hat{E}_q$) suhteen on useissa tapauksissa ykköstä suurempi. Autoregressiivisten ja ei-autoregressiivisten mallien tulokset ovat sikäli samansuuntaiset, että molemmissa tapauksissa pääomakannan jousto tuotannon ($\hat{E}_q$) suhteen on huomattavasti suurempi kuin jousto suhteellisten hintojen ($\hat{E}_p$) suhteen. Pääomakannan autoregressiivisistä malleista A): 1) - A): 16), joissa parametrien $\sum(s_p + w)$ ja $\sum(s_q + w)$ estimaattien t-luku on suurempi kuin 1.96, saadaan suhteellisten hintojen jouston (E_p) estimaattien keskiarvoksi 0.492 ja tuotannon jouston (E_q) estimaattien keskiarvoksi 1.031. CES-tuotantofunktion homogeenisuuden asteluku on tällöin $v = \frac{1 - 0.492}{1.031 - 0.492} = 0.94$, ja siis skaalatuotot ovat varsin lähellä ykköstä (vrt. luku 7.2, jossa saatiin kasvavat skaalatuotot). Bruttoinvestointien autoregressiivisissä malleissa on E_p:n estimaattien keskiarvo 0.050 ja E_q:n estimaattien keskiarvo 0.816. Homogeenisuuden asteluku v on CES-tuotantofunktiossa tällöin $v = \frac{1 - 0.050}{0.816 - 0.050} = 1.24$. Myös tässä tapauksessa skaalatuotot ovat varsin lähellä ykköstä. Koska substituutiojousto ($h_1 = E_p$) kuitenkin eroaa merkitsevästi ykkösestä, tulokset eivät ole konsistentteja Cobb-Douglas -tuotantofunktion kanssa, mutta olisivat siis konsistentteja CES-tuotantofunktion kanssa, jossa on vakiot skaalatuotot ja jossa tuotannontekijöiden välinen substituutiojousto on merkitsevästi ykköstä pienempi. Ts. CES-funktio olisi muotoa

(7.46) $Q = e\,(h\,K^{-b} + (1-h)\,L^{-b})^{-\frac{1}{b}}$ (ks. DHRYMES (1967): s. 209).

TAULUKKO: 7.1.7.

TEHDASTEOLLISUUS

Pääomakannan jouston estimaatit ($\hat{E}$) suhteellisten hintojen ja tuotannon tulon ($\frac{pQ}{c}$) suhteen autokorreloituneissa logaritmisissa malleissa.

$$\hat{E} = \sum_{i=0}^{m} \hat{s}_i \Big/ \Big(1 - \sum_{j=1}^{n} \hat{w}_j \Big)$$

1, 2

A): $$DL\,K_t = \sum_{i=0}^{m} s_i \, DL\left(\frac{pQ}{c}\right)_{t-i} + \sum_{j=1}^{n} w_j \, DL\,K_{t-j} + e_t$$

b):[3] $$DL(IB)_t = \sum_{i=0}^{m} s_i \, DL\left(\frac{pQ}{c}\right)_{t-i} + \sum_{j=1}^{n} w_j \, DL\,K_{t-j} + L\,K_{t-1} + e_t$$

		m	n	k	$\Sigma\,\hat{s}_i$	$\Sigma\,\hat{w}_j$	$\bar{R}$	DW	$\hat{E}$	$1 - \Sigma(\hat{s} + \hat{w})$
A):										
1)	c_1:	3	1	0.15	0.074 (1.42)	0.923 (30.89)	0.9992		0.961	0.0030 (28.61)
2)	c_1:	3	1	0.30	0.073 (1.27)	0.913 (26.92)	0.9990		0.839	0.0140 (24.36)
3)	c_1:	3	1	0.60	0.070 (1.59)	0.873 (18.21)	0.9972		0.551	0.0570 (15.31)
4)	c_1:	3	1	-0.30	0.104 (1.42)	0.906 (37.96)	0.9995		1.106	-0.0100 (35.49)
5)	c_1:	3	2	0.15	0.069 (1.70)	0.944 (3.69)	0.9993		1.232	-0.0130 (2.31)
6)	c_1:	3	2	0.30	0.073 (1.31)	0.926 (2.74)	0.9989		0.986	-0.0010 (1.74)
7)	c_1:	3	2	0.60	0.079 (1.28)	0.859 (2.06)	0.9971		0.560	0.0620 (1.78)
8)	c_1:	3	2	-0.30	0.061 (1.41)	0.951 (5.80)	0.9997		1.245	-0.0120 (3.61)
9)	c_2:	3	1	0.15	0.085 (1.41)	0.909 (27.83)	0.9993		0.934	0.0060 (25.16)
10)	c_2:	3	1	0.30	0.081 (1.53)	0.909 (22.59)	0.9991		0.890	0.0100 (20.72)
11)	c_2:	3	1	0.60	0.074 (1.71)	0.852 (13.70)	0.9974		0.500	0.0740 (10.12)
12)	c_2:	3	1	-0.30	0.094 (1.75)	0.919 (33.50)	0.9996		1.160	-0.0130 (29.98)

TAULUKKO: 7.1.7. (jatkoa)

		m	n	k	$\Sigma \hat{s}_i$	$\Sigma \hat{w}_j$	$\bar{R}$	DW	$\hat{E}$	$1 - \Sigma(\hat{s} + \hat{w})$
13)	c_2:	3	2	0.15	0.077 (1.41)	0.922 (3.32)	0.9994		0.999	0.0010 (2.51)
14)	c_2:	3	2	0.30	0.078 (1.46)	0.919 (2.66)	0.9991		0.926	0.0020 (2.11)
15)	c_2:	3	2	0.60	0.077 (1.20)	0.840 (2.01)	0.9933		0.481	0.0830 (1.82)
16)	c_2:	3	2	-0.30	0.086 (1.60)	0.960 (5.71)	0.9974		2.150	-0.0460 (3.82)
B):										
17)	c_1:	3	1	0.15	0.321 (1.89)	0.536 (1.20)	0.861		0.692	0.143 (2.20)
18)	c_1:	3	1	0.30	0.507 (1.38)	0.874 (1.46)	0.808		4.021	-0.381 (1.41)
19)	c_1:	3	1	0.60	0.918 (1.70)	0.820 (1.37)	0.665		5.100	-0.738 (1.52)
20)	c_1:	3	1	-0.30	0.089 (1.82)	0.105 (2.95)	0.936		0.094	0.806 (2.43)
21)	c_2:	3	1	0.15	0.407 (1.72)	0.700 (0.84)	0.885		1.356	0.107 (1.42)
22)	c_2:	3	1	0.30	0.654 (1.77)	0.784 (1.20)	0.859		3.022	-0.438 (1.50)
23)	c_2:	3	1	0.60	0.794 (1.42)	0.860 (1.49)	0.706		5.671	-0.654 (1.45)
24)	c_2:	3	1	-0.30	0.146 (1.90)	0.234 (2.40)	0.940		0.191	0.620 (2.20)

1. $DL\, K_{t-i} = \log K_{t-i} - k \log K_{t-1-i}, \quad i = 0,1,2$

   $DL(\frac{pQ}{c})_{t-i} = \log(\frac{pQ}{c})_{t-i} - k \log(\frac{pQ}{c})_{t-1-i}, \quad i = 0,1,2$

   $L\, K_{t-1} = (1 - k) \log K_{t-1}$

2. $c_1 = q\,(r + \delta) - (\Delta q/q)$

   $c_2 = r$

3. $DL(IB)_t = \log(IB)_t - k \log(IB)_{t-1}$

TAULUKKO: 7.1.8

Tehdasteollisuus

Pääomakannan jouston estimaatit suhteellisten hintojen ($\hat{E}_p$) ja tuotannon ($\hat{E}_q$) suhteen; $c = q\,(r + \delta) - (\Delta q/q)$. Autoregressiivinen malli.

$$\hat{E}_p = \sum_{i=o}^{m} \hat{s}_{pi} / \left(1 - \sum_{j=1}^{n} \hat{w}_j\right) \; ; \quad \hat{E}_q = \sum_{i=o}^{n} \hat{s}_{qi} / \left(1 - \sum_{j=1}^{n} \hat{w}_j\right)$$

A):[1] $$DL\,K_t = \sum_{i=o}^{m} \left(s_{pi} DL\left(\frac{p}{c}\right)_{t-i} + s_{qi} DL(Q)_{t-i}\right) + \sum_{j=1}^{n} w_j\, DL\,K_{t-j} + e_t$$

B): $$DL(IB)_t = \sum_{i=o}^{m} \left(s_{pi} DL\left(\frac{p}{c}\right)_{t-i} + s_{qi} DL(Q)_{t-i}\right) + \sum_{j=1}^{n} w_j\, DL\,K_{t-j} + L\,K_{t-1} + e_t$$

	m	n	k	$\sum \hat{s}_{pi}$	$\sum \hat{s}_{qi}$	$\sum \hat{w}_j$	$\bar{R}$	DW	$\hat{E}_p$	$\hat{E}_q$	$1-\sum(\hat{s}_p+\hat{w})$	$1-\sum(\hat{s}_q+\hat{w})$
A):												
1)	3	1	0.15	0.063 (1.21)	0.073 (1.47)	0.958 (10.68)	0.9994	1.37	1.500	1.740	-0.021 (5.94)	-0.031 (6.21)
2)	3	1	0.30	0.041 (1.33)	0.062 (1.56)	0.916 (9.78)	0.9991	1.57	0.488	0.738	0.043 (5.45)	0.022 (5.67)
3)	3	1	0.60	0.062 (1.31)	0.122 (1.66)	0.837 (8.23)	0.9978	1.99	0.380	0.748	0.101 (4.77)	0.041 (5.02)
4)	3	1	-0.30	0.045 (1.12)	0.075 (1.45)	0.972 (12.38)	0.9996	0.95	1.607	2.672	0.017 (6.72)	0.047 (7.12)
5)	3	2	0.15	0.064 (1.21)	0.102 (1.48)	0.960 (4.20)	0.9995	2.03	1.610	2.550	-0.024 (2.70)	-0.062 (2.83)
6)	3	2	0.30	0.054 (1.19)	0.091 (1.52)	0.914 (3.25)	0.9992	1.94	0.627	1.058	0.032 (2.22)	-0.005 (2.41)
7)	3	2	0.60	0.042 (1.15)	0.123 (1.47)	0.836 (2.35)	0.9976	2.08	0.256	0.750	0.122 (1.42)	0.041 (1.59)
8)	3	2	-0.30	0.049 (1.31)	0.111 (1.52)	0.932 (5.31)	0.9998	2.09	0.720	1.632	0.019 (3.32)	-0.043 (3.58)

TAULUKKO: 7.1.8 (jatkoa)

	m	n	k	$\sum \hat{s}_{pi}$	$\sum \hat{s}_{qi}$	$\sum \hat{w}_j$	$\bar{R}$	DW	$\hat{E}_p$	$\hat{E}_q$	$1-\sum(\hat{s}_p+\hat{w})$	$1-\sum(\hat{s}_q+\hat{w})$
9)	2	2	0.15	0.032 (1.41)	0.121 (1.87)	0.867 (5.36)	0.9995	1.92	0.240	0.909	0.101 (3.40)	0.021 (3.71)
10)	2	2	0.30	0.028 (1.36)	0.137 (1.42)	0.831 (3.97)	0.9992	1.83	0.166	0.810	0.141 (2.67)	0.032 (2.81)
11)	2	2	0.60	0.026 (1.12)	0.161 (2.20)	0.782 (2.12)	0.9977	1.93	0.119	0.739	0.192 (1.71)	0.057 (2.15)
12)	2	2	-0.30	0.036 (1.30)	0.076 (2.32)	0.942 (6.11)	0.9998	2.13	0.621	1.310	0.022 (3.70)	-0.018 (4.21)
13)	2	1	0.15	0.031 (1.18)	0.131 (1.52)	0.837 (13.26)	0.9993	1.04	0.190	0.803	0.132 (7.52)	0.032 (7.93)
14)	2	1	0.30	0.027 (1.15)	0.151 (1.50)	0.816 (13.34)	0.9992	1.25	0.157	0.820	0.157 (7.24)	0.033 (7.40)
15)	2	1	0.60	0.026 (1.16)	0.132 (1.50)	0.837 (13.26)	0.9993	1.87	0.160	0.810	0.137 (7.26)	0.031 (7.45)
16)	2	1	-0.30	0.030 (1.27)	0.137 (1.61)	0.880 (13.76)	0.9995	0.70	0.090	1.141	0.090 (7.61)	-0.017 (8.01)
B):												
17)	2	2	0.15	0.049 (2.42)	2.620 (2.01)	-2.451 (1.87)	0.920	1.38	0.014	0.759	3.402 (1.99)	0.831 (1.93)
18)	2	2	0.30	0.157 (2.30)	2.890 (2.65)	-2.362 (1.21)	0.901	1.28	0.046	0.860	3.205 (1.59)	0.472 (1.68)
19)	2	2	0.60	0.426 (2.00)	3.660 (3.12)	-2.341 (0.76)	0.849	1.45	0.125	1.095	2.915 (1.38)	-0.319 (1.94)
20)	2	2	-0.30	0.041 (2.50)	1.713 (3.86)	-2.112 (4.01)	0.958	1.55	0.013	0.550	3.071 (3.26)	1.399 (3.97)

1. $DL(\frac{p}{c})_{t-i} = \log(\frac{p}{c})_{t-i} - k \log(\frac{p}{c})_{t-1-i}$; $DL(Q)_{t-i} = \log Q_{t-i} - k \log Q_{t-1-i}$, $i = 0, 1, 2$

ks. taulukko 7.1.7 muut symbolit

Pääoman pitkän aikavälin jousto suhteellisten hintojen suhteen osoittautuu siis myös autoregressiivisissä malleissa varsin alhaiseksi.

Autoregressiivisistä malleista saaduista tuloksista voidaan selvästi päätellä, että joustot $E_{pQ/c}$, E_p ja E_q ovat varsin herkkiä virhetermiä koskevien oletusten suhteen. Tulosten tarkempi analysointi ja luotettavien johtopäätösten tekeminen edellyttäisivät kuitenkin autoregressiivisen rakenteen tutkimista eri autokorrelaatiokertoimen k arvoilla ja lisäksi konfidenssivälien laskemista ei-lineaarisille malleille eli varsin hankalaa hypoteesien testaustilannetta, jossa lisäksi ei tunneta otos- eikä populaatiojakautumia. Autoregressiivisten mallien tulokset tuovat kuitenkin selvästi esille virhetermin spesifioinnin tärkeyden viivästysfunktiomalleissa (ks. GRILICHES (1967): s. 16-49). Lisäksi olisi erityisesti uusklassisen teorian osalta analysoitava, onko sopeutuminen suhteellisten hintojen muutoksen suhteen olennaisesti erilainen kuin sopeutuminen tuotannossa tapahtuneeseen muutokseen. Kaikista edellä käsitellyistä malleista lasketut tulokset viittaavat siihen, että pääomakannan sopeutuminen optimaaliselle tasolleen on hitaampaa suhteellisissa hinnoissa tapahtuneen muutoksen kuin tuotannossa tapahtuneen muutoksen suhteen. Lisäksi on ilmeistä, että sopeutumisurien muoto ja keskimääräinen viivästys ovat varsin erilaiset suhteellisten hintojen ja tuotannon suhteen.

7.4. Verotuksen ja poistosäännösten vaikutus investointitoimintaan

Luvuissa 3.1 ja 5.3 todettiin, että pääoman hinnan (käyttäjän hinnan eli ns. user cost tai implicit rental of capital services) indikaattorina käytettyihin muuttujiin $c_1 = q\ (r + \delta) - (\Delta q/q)$ ja $c_2 = r$ sisältyy useita puutteita. Näissä muuttujissa yritysten verosäännösten vaikutukset tulevat vain välillisesti esille. Huolimatta siitä, että pääomapalvelusten hintamuuttujan c laskeminen verotusrakenteen vaikutukset huomioon ottaen on tilastojen puutteellisuuden tähden hankalaa, tehtiin koko tehdasteollisuuden tasolla tältä pohjalta suppea tutkimus.

Optimaalinen pääomakanta johdetaan edelleen CD-tuotantofunktiorajoituksella eli

$$(7.47) \quad K_t^d = a \frac{p_t Q_t}{c_t},$$

jossa a on tuotannon jousto pääoman suhteen ja c saadaan seuraavasti: luvussa 3.1 esitetty nettotulojen nykyarvo W lasketaan lausekkeesta:

$$(7.48) \quad W = \sum_{t=0}^{\infty} \frac{(R_t - T_t)}{(1 + r)^t}, \quad t = 0, 1, 2, \ldots$$

Lausekkeessa 7.48 on tuloista R_t vähennetty välittömät verot T_t, jotka saadaan yhtälöstä:

$$(7.49) \quad T_t = u_{1t} (p_t Q_t - w_t L_t - q_t (u_{2t} \delta + u_{3t} r_t) K_t),$$

jolloin termi $\Delta q/q$ eli pääomavoitot tai tappiot pääomahyödykkeiden hintojen muutoksen kautta on jätetty pois (ks. JORGENSON (1967):RES, s. 17). Yhtälössä (7.49) u_{1t} on yhtiöveroprosentti ilman kirkollis- ja omaisuusveroja (suhteellisena osuutena, ks. VARTIAINEN (1968): s. 68). Parametri u_{2t} on käyttöomaisuudesta suoritettavien poistojen vähennyskelpoisuutta verotuksessa osoittava parametri (ks. IKKALA-ANDERSSON-NUORVALA (1969): s. 209-239, SJÖHOLM (1964): s. 135-153). Parametri u_{2t} saatiin painottamalla erityyppisten pääomahyödykkeiden - koneet ja laitteet, tehdasrakennukset sekä maa- ja vesirakennukset - maksimaalinen vuotuinen poistoprosentti vastaavilla pääomakannoilla (ks. pääomakantamuuttujat tavaratyypeittäin KOHI (1970): liite II). Parametria u_{2t} laskettaessa ei siis ole otettu huomioon sitä, että poistamistapa vaihtelee pääomatavaratyypeittäin, esim. rakennuksille on yleensä ollut voimassa tasapoistosysteemi ja koneille ns. geometris-degressiivinen poistomenettely. Parametri u_{3t} kuvaa pääomakustannusten vähennyskelpoisuutta verotuksessa. Teollisuuden tasetilastosta saatavat korot katsottiin kokonaan vähennyskelpoisiksi eriksi, joten parametrin u_{3t} arvo on siis ykkönen. Tällöin itse asiassa oletetaan, että investointien rahoitus tapahtuu yksinomaan ulkoisesti vieraalla pääomalla lyhyt- tai pitkäaikaisin lainoin, joiden korot ovat vähennyskelpoisia verotuksessa. Jos otetaan huomioon, että sisäisen rahoituksen (voitot + poistot) ja oman pääoman (osingot) kustannukset eivät ole todellisuudessa vähennyskelpoisia eriä verotuksessa, parametrin u_{3t} arvo olisi ilmeisesti likimäärin 0.6 - 0.9, koska ulkoisen rahoituksen osuus investointien kokonaisrahoituksesta on 60 - 70 %. Parametrin u_{3t} todellisen arvon laskeminen edellyttäisi mm. kaksinkertaisen verotuksen vaikutusten huomioon ottamista jaettujen voittojen ja osinkojen osalta, yritysten käyttämän sisäisen korkokannan tuntemista, riskitekijöiden vaikutuksen huomioon ottamista jne., jotta saataisiin selville sisäisen rahoituksen ja oman pääoman todellinen kustannus yritykselle (ks. esim. MODIGLIANI - MILLER (1958): s. 261 - 265, LINTNER (1967): s. 215 - 255).

Suorittamalla nykyarvon W maksimointi uusklassisen teorian ehdoilla (ks. luku 3.1) saadaan c:n lausekkeeksi:

$$(7.50) \qquad c_t = q_t \left(\frac{1 - u_{1t}u_{2t}}{1 - u_{1t}}\delta + \frac{1 - u_{1t}u_{3t}}{1 - u_{1t}} r_t\right).$$

Muuttujaa c laskettaessa $\hat{\delta}$:n arvona käytettiin sen a priori arvoa (ks. luku 5.1). Tällöin siis tuotannon rajatuottavuusehto on (ks. luku 3.1):

$$(7.51) \qquad \frac{\partial Q}{\partial K} = \frac{c}{p} \left(= a\,\frac{Q}{K}\right).$$

Tehdasteollisuuden bruttoinvestointifunktio estimoitiin rationaalisen viivästysrakenteen puitteissa eli tutkimuksen ns. perusmallilla (yhtälö (2.23) luku 2.3.) antamalla polynomeille s(L) ja w(L) eri astelukuja. Korkeimman kokonaiskorrelaatiokertoimen ($\bar{R}$) mallilla saatiin tulos:

$$(7.52)\quad IB_t = 52.76 + \underset{(2.61)}{1.236} \triangle \frac{p_t Q_t}{c_t} + \underset{(2.39)}{1.119} \triangle \frac{p_{t-1} Q_{t-1}}{c_{t-1}} + \underset{(2.80)}{1.836} \triangle \frac{p_{t-2} Q_{t-2}}{c_{t-2}} + \underset{(2.36)}{0.376} (K_{t-1} - K_{t-2}) + \underset{(2.15)}{0.026} K_{t-1}$$

$$\bar{R} = 0.970$$

$$DW = 2.15$$

Mallista (7.52) voidaan laskea pääomakannan ja investointien lyhyen ja pitkän aikavälin reaktiot pääoman kysynnän muutoksen suhteen (vrt. luku 7.1.). Relaatiot ovat tällöin:

$$(7.53)\quad \frac{\partial K^d}{\partial u_1} = - a \frac{pQ}{c^2} \left[\frac{1 - u_2}{(1 - u_1)^2} \right] q \delta$$

$$(7.54)\quad \frac{\partial K^d}{\partial u_2} = a \frac{pQ}{c^2} q \delta \frac{u_1}{1 - u_1}$$

$$(7.55)\quad \frac{\partial K^d}{\partial u_3} = a \frac{pQ}{c^2} q r \frac{u_1}{1 - u_1}$$

Yhtälöistä (7.53) - (7.55) saadaan siis lasketuksi pääoman kysynnän rekatio verotusrakenteessa tapahtuviin muutoksiin nähden. Lausekkeiden (7.53) - (7.55) arvoiksi saatiin laskettuna muuttujien keskiarvon suhteen (mallista 7.52):

$$(7.56)\quad \frac{\partial K^d}{\partial u_1} = - 0.142 \quad ; \qquad (7.57)\quad \frac{\partial K^d}{\partial u_2} = 0.089$$

$$(7.58)\quad \frac{\partial K^d}{\partial r} = - 1.326 \quad ; \qquad (7.59)\quad \frac{\partial K^d}{\partial Q} = 0.267$$

$$(7.60)\quad \frac{\partial K^d}{\partial q} = - 0.123 \ .$$

Tehdasteollisuuden bruttoinvestointifunktio estimoitiin rationaalisen viivästysrakenteen puitteissa eli tutkimuksen ns. perusmallilla (yhtälö (2.23) luku 2.3.) antamalla polynomeille s(L) ja w(L) eri astelukuja. Korkeimman kokonaiskorrelaatiokertoimen ($\bar{R}$) mallilla saatiin tulos:

$$(7.52)\quad IB_t = 52.76 + \underset{(2.61)}{1.236}\, \Delta \frac{p_t Q_t}{c_t} + \underset{(2.39)}{1.119}\, \Delta \frac{p_{t-1} Q_{t-1}}{c_{t-1}} + \underset{(2.80)}{1.836}\, \Delta \frac{p_{t-2} Q_{t-2}}{c_{t-2}} + \underset{(2.36)}{0.376}\, (K_{t-1} - K_{t-2}) + \underset{(2.15)}{0.026}\, K_{t-1}$$

$$\bar{R} = 0.970$$
$$DW = 2.15$$

Mallista (7.52) voidaan laskea pääomakannan ja investointien lyhyen ja pitkän aikavälin reaktiot pääoman kysynnän muutoksen suhteen (vrt. luku 7.1.). Relaatiot ovat tällöin:

$$(7.53)\quad \frac{\partial K^d}{\partial u_1} = -\, a\, \frac{pQ}{c^2} \left[\frac{1 - u_2}{(1 - u_1)^2} \right] q\, \delta$$

$$(7.54)\quad \frac{\partial K^d}{\partial u_2} = a\, \frac{pQ}{c^2}\, q\, \delta\, \frac{u_1}{1 - u_1}$$

$$(7.55)\quad \frac{\partial K^d}{\partial u_3} = a\, \frac{pQ}{c^2}\, q\, r\, \frac{u_1}{1 - u_1}$$

Yhtälöistä (7.53) - (7.55) saadaan siis lasketuksi pääoman kysynnän rekatio verotusrakenteessa tapahtuviin muutoksiin nähden. Lausekkeiden (7.53) - (7.55) arvoiksi saatiin laskettuna muuttujien keskiarvon suhteen (mallista 7.52):

$$(7.56)\quad \frac{\partial K^d}{\partial u_1} = -\, 0.142 \;; \qquad (7.57)\quad \frac{\partial K^d}{\partial u_2} = 0.089$$

$$(7.58)\quad \frac{\partial K^d}{\partial r} = -\, 1.326 \;; \qquad (7.59)\quad \frac{\partial K^d}{\partial Q} = 0.267$$

$$(7.60)\quad \frac{\partial K^d}{\partial q} = -\, 0.123 \,.$$

Vastaavasti saadaan bruttoinvestointien lyhyen ja pitkän aikavälin reaktiot verotusrakenteessa tapahtuviin muutoksiin nähden (vrt. luku 7.1 ja taulukko 7.1.1). Esim. lyhyen aikavälin reaktio yhtiöveron muutoksen suhteen on:

$$(7.61) \quad \frac{\partial IB}{\partial u_1} = \frac{\partial IB}{\partial K^d} \frac{\partial K^d}{\partial u_1} = h_i \frac{\partial K^d}{\partial u_1} .$$

Kuviosta 5.3.1.a ilmenee vaikutuksen aikauran muoto pääpiirteittäin. Pitkän aikavälin reaktiot eri tekijöiden suhteen ovat:

$$(7.56)' \quad \frac{\partial IB}{\partial u_1} = \delta_a \frac{\partial K^d}{\partial u_1} = -\ 0.0221$$

$$(7.57)' \quad \frac{\partial IB}{\partial u_2} = \delta_a \frac{\partial K^d}{\partial u_2} = 0.0014$$

$$(7.58)' \quad \frac{\partial IB}{\partial r} = \delta_a \frac{\partial K^d}{\partial r} = -\ 0.0212$$

$$(7.59)' \quad \frac{\partial IB}{\partial Q} = \delta_a \frac{\partial K^d}{\partial Q} = 0.0043$$

$$(7.60)' \quad \frac{\partial IB}{\partial q} = \delta_a \frac{\partial K^d}{\partial q} = -\ 0.0020$$

Verrattaessa mallilla (7.52) saatuja tuloksia investointien ja pääoman kysynnän reaktiossa koron, tuotannon ja pääomahyödykkeiden hintojen suhteen taulukossa 5.3.1 esitetyn vastaavan mallin tuloksiin ei olennaista eroa voida havaita. Pääoman kysynnän ja investointien reaktio yhtiöveron muutoksen suhteen on huomattavasti suurempi kuin reaktio poistosäännösten muutosten suhteen. Tulokset viittaavat siihen, että $c_1 = q\ (r + \delta) - (\Delta\ q/q)$ ja $c_2 = r$ olisivat pohjimmiltaan samansuuntaiset indikaattorit pääomapalvelusten hinnalle c kuin lauseke (7.50) c:lle, jossa yhtiöveron (tuloveron) ja poistosäännösten vaikutus tulee eksplisiittisesti huomioon otetuksi. Ainoastaan c:n lausekkeen (7.50) avulla on kuitenkin mahdollista analysoida verotusrakenteen vaikutusta tehdasteollisuuden investointitoimintaan. Saatuja tuloksia on pidettävä silti varsin tentatiivisina. Perusteellisemman analyysin mahdollisuudet ovat ennen kaikkea teollisuuden tasetilastojen sekä kirjanpitolainsäädäntömme johdosta varsin heikot. Parametrien u_1, u_2 ja u_3 lisäksi analyysissa olisi otettava huomioon varastojen aliarvostuksen vaikutus, koska poistot yhdessä varastojen aliarvostuksen kanssa ovat yritykselle simultaaninen keino vaikuttaa verotettavan tulon määräytymiseen. Lisäksi voitaneen tuskin olettaa, että poistojen (u_2) ja varastojen aliarvostuksen käyttäminen (menoina) verotettavaa tuloa laskettaessa olisivat toisistaan riippumattomia. Varastojen aliarvostusta mittaavan parametrin puuttuminen c:n lausekkeesta (7.50) voi antaa suurestikin harhaisia tuloksia sekä yhtiöveron että poistosäännösten muutoksen vaikutuksesta teollisuuden investointitoimintaan. Varastojen aliarvostusta koskeneen lainsäädännön muuttuminen vuonna 1969 (vaihto-omaisuuden piilovarausten enimmäismääräksi sallitaan nykyisin 50 %: EVL 28 §) tarjonnee aikanaan mahdollisuuden perusteellisemman analyysin suorittamiseen.

8. LOPPUPÄÄTELMIÄ

8.1. Teoreettisen investointitutkimuksen perusongelma

Viivästysrakenteen käsittely yhden yhtälön mallin endogeenisena osana on toistaiseksi talousteoriassa ratkaisematon ongelma. Tästä syystä tutkimuksessa jouduttiin turvautumaan tavanomaiseen oletukseen a priori spesifioidusta viivästysrakenteesta ja käsittelemään investointiprosessin viivästysrakennetta eksogeenisena osana investointifunktiota eikä siis analyysin kohteena olevana muuttujana. Suoritetun analyysin teoreettisten vaikeuksien vuoksi ei nähty tarpeelliseksi soveltaa esim. iteratiivista kvadraattista ohjelmointia tulosten "pakottamiseksi" tiettyihin raameihin ts. siihen, että parametrit g, u_i, h_i olisivat nollan ja ykkösen välillä jokaisella i:n arvolla. Sitä vastoin myös niiden tulosten, joissa kertoimet g, u_i, h_i eivät ole välillä (0, 1) analysoiminen todettiin varsin hyödylliseksi, koska siten voidaan saada informaatiota siitä, kuinka usein ja minkä tyyppisissä malleissa "ei-loogisia" tuloksia syntyy. Erityisesti on todettava, että kaikkien keskeisimpien mallityyppien osalta saatiin sellaisenaan tavanomaisella pns-menetelmällä ratkaisuja, joissa on täytetty ehto 0 g, u_i, h_i 1 jokaisella i:n arvolla. Malleissa oli perustana erilaisia investointiteorioita, minkä lisäksi teorioita analysoitiin kahden erilaisen viivästysrakenteen puitteissa, sopeutus- ja/tai odotusmallit sekä rationaaliset viivästysfunktiot. Varsinkin luvussa 2.2 (pääomahyödykkeiden tarjonnan vaikutukset) ja luvussa 6 (eksogeenisuus-endogeenisuusongelma) esitettyjen tulosten valossa kvadraattisen ohjelmoinnin soveltaminen tuntuu ylipäätänsä keinotekoiselta, koska perustavaa merkitystä omaaviin teoreettisiin ongelmiin se ei anna mitään ratkaisua. Teoreettisesti oli mahdollista osoittaa lyhyen aikavälin reaktion olevan tietyissä tapauksissa suunnaltaan päinvastainen kuin pitkän ajan reaktio. Lisäksi oli myös mahdollista saada teoreettisesti negatiivinen tai ykköstä suurempi sopeutuskertoimen g arvo.

Vaikka siis empiiriset tulokset (luku 5) tarkasteltuna tavanomaisin ekonometrisin kriteerein (selityskyky ($\overline{R}$), DW-testi, parametrien a priori etumerkki, parametrien merkitsevyys (t-testi) jne.) osoittautuivat useissa tapauksissa varsin hyviksi, toi mallien ja niiden perushypoteesien tarkempi teoreettinen ja empiirinen analysointi (luvut 6 ja 7) kuitenkin esille seikkoja, joiden johdosta empiirisiin tuloksiin on suhtauduttava varauksella.

Keskeisimmän ongelman muodostaa edelleen siirtyminen pääomateoriasta investointiteoriaan ja siinä yhteydessä investointifunktion viivästysrakenteen endogeenisuus-eksogeenisuusdilemma. Jos investointifunktion viivästysrakenne pystytään endogenisoimaan osaksi investointiteoriaa, löytynee siinä samalla ainakin eräs ratkaisu pääomateorian ja investointiteorian väliselle yhteydelle. Erityisesti on ajateltavissa, että viivästysrakenteen endogenisoiminen tapahtuisi ainakin osaksi ottamalla huomioon eksplisiittisesti pääomahyödykkeiden tarjoajien käyttäytyminen, jolloin lähtökohta olisi se, että sopeutumisuran halutulle pääomakannan tasolle on oltava optimaalinen sekä pääomahyödykkeen kysyjän että tarjoajan kannalta. Pääomahyödykkeiden tarjonnan vaikutusten kytkeminen viivästysrakenteen endogenisoimisen kautta investointiteoriaan johtaisi myös siihen, että investointifunktio ei olisi niin voimakkaasti kysyntäorientoitunut kuin edellä esitetyssä analyysissa, vaan myös tarjontafunktio. Tällöin olisi mahdollista analysoida eksplisiittisesti sekä kysyntä- että tarjontapäätöstä simultaanisena ongelmana sekä niistä seuraavia kahta eri sopeuttamisilmiötä.

8.2. Investointifunktion viivästysrakenteen merkitys empiiristen tulosten valossa

Tutkimuksen empiirisessä osassa tarkasteltiin sekä keskimääräistä viivästystä Suomen tehdasteollisuuden investointeihin vaikuttavien tekijöiden ja varsinaisen investointitapahtuman välillä että myös viivästysjakautumien muotoa. Keskimääräinen viivästys (KV) vaihtelee likimäärin vuodesta kolmeen vuoteen malleissa, joissa KV:n estimaatti on suhteellisen luotettava. Viivästysvaikutuksen aikauran muoto on yleensä epäsymmetrinen siten, että halutun pääomakannan muutos johtaa varsin voimakkaaseen reaktioon investoinneissa jo lyhyellä aikavälillä ja vaikutus lähenee 2 - 3 vuoden jälkeen nopeasti nollaa. Lisäksi nettoinvestoinnit (kapasiteetin laajentamistarve) dominoivat bruttoinvestointeja 3 - 4 vuoden aikana, mutta sen jälkeen uusintainvestointivaikutus alkaa dominoida bruttoinvestointeja. Bruttoinvestointien reaktion aikauran luotettava analysoiminen pääoman kysynnän muutoksen suhteen on varsin olennaista tutkittaessa talouspoliittisten toimenpiteiden tehokkuuden ja ajoituksen simultaanista ongelmaa. Tehdasteollisuuden investointitoimintaa voidaan pyrkiä stimuloimaan esimerkiksi kysyntää lisäämällä, rahoituspääoman kustannusta alentamalla (koron kautta), sallimalla erityisten kiihdytettyjen poistojen käyttö, alentamalla yhtiöveroa tai lisäämällä ulkoisen rahoituksen saatavuutta, jotka kaikki tekijät vaikuttavat uusklassisessa teoriassa reaalipääoman kysyntään ja siten investointeihin. Saaduista tuloksista voidaan tehdä päätelmiä vain ceteris paribus -oletuksella, koska tulokset perustuvat yhden yhtälön malleihin. Ceteris paribus -oletuksella ts. muiden tekijöiden pysyessä muuttumattomina esimerkiksi korkotason aleneminen tai poistosäännösten "liberalisoiminen" johtavat investointien kasvuun noin 2 - 3 vuoden kuluessa siitä, kun tällainen toimenpide suoritetaan. Lisäksi investointeja lisäävä vaikutus on suurimmillaan yleensä kahden vuoden kuluessa esim. korossa ja poistosäännöksissä tapahtuneen muutoksen jälkeen. Sen jälkeen investointien taso alkaa lähetä vähitellen uutta pitkän aikavälin tasoa, jonka poistokerroin määrää. Tulokset merkitsevät samalla myös sitä, että esim. tehdasteollisuuden investointien kokonaiskysyntää stimuloiva vaikutus ajoittuu yleensä kahdelle - kolmelle investointeja stimuloivan toimenpiteen suorittamisen jälkeiselle vuodelle.

Se, että erilaiset talouspoliittiset toimenpiteet, jotka vaikuttavat reaalipääoman kysyntään, saavat aikaan keskimäärin 2 - 3 vuotta kestävän reaktion tehdasteollisuuden investointitoiminnassa, korostaa näiden toimenpiteiden ajoittamisen tarkan kontrollin merkitystä. Lisäksi investointien reaktion voimakkuus suhteellisen lyhyellä aikavälillä voi johtaa siihen, että investointien katsotaan kasvavan "liian nopeasti", jolloin talouspoliittisia toimenpiteitä voidaan muuttaa ajankohtana, kun investointeja stimuloivaksi tarkoitetun aikaisemmin suoritetun toimenpiteen vaikutus jo tosiasiassa on niin vähäinen, että investoinnit ovat kääntymässä laskuun.

Lähinnä luvuissa 5 ja 7 esitetyistä tuloksista voidaan päätellä, että investointien ja pääoman kysynnän sekä lyhyen että pitkän aikavälin reaktio on akseleraattorityyppisten muuttujien kuten tuotannon, tulojen, voittojen ja kysynnän suhteen Suomen tehdasteollisuudessa ja sen kolmella pääsektorilla puunjalostus-, metalli- ja muussa tehdasteollisuudessa olennaisesti suurempi kuin reaktio suhteellisten hintojen tai sen osakomponenttien rahoituspääoma- tai työvoimakustannusten suhteen. Sitä vastoin investointien ja pääoman kysynnän reaktion voimakkuuden ja aikauran muoto vaihtelee huomattavasti sektoreittain. Tältä osin saatujen tulosten luotettavuutta on kuitenkin punnittava sen perusteella, mitä edellä todettiin tutkimuksen teoreettista osaa koskevina loppupäätelminä.

LIITE I. Rationaalisista viivästysfunktioista

Viivästysfunktioiden laskeminen perusmalleista (2.12) ja (2.23):

(2.12) $IN_t = u(L)\ (K_t^d - K_{t-1}^d)$

(2.23) $IB_t = u(L)\ (K_t^d - K_{t-1}^d) + \delta K_{t-1}$

Oletuksella, että u(L) on rationaalinen viivästysfunktio, joka perustuu ns. yleiseen Pascalin jakautumaan, saadaan johdettua estimoitavissa olevat investiointimallit. Funktio u(L) on rationaalinen viivästysfunktio, jos sen elementtien (kertoimien) u_i muodostamalla lukujonolla $\{u_i\}$ on rationaalinen generoiva funktio (ks. D. Jorgenson: Econometrica Jan. 1966, s. 135-149). Tällöin funktiota u(L) voidaan approksimoida kahdella rationaalisella polynomilla s(L) ja w(L) siten, että

(1) $u(L) = \frac{s(L)}{w(L)}$

jossa $s(L) = s_0 + s_1 L + \ldots + s_k L^k$
$w(L) = w_0 + w_1 L + \ldots + w_n L^n$

Käytännössä w_0 normeerataan ykköseksi ($w_0 = 1$), (Jorgenson, s. 148)

Viivästysfunktiot u(L) ja h(L), jossa h(L) saadaan mallista (2.23), saadaan seuraavasti:
Oletetaan esimerkiksi, että $K_t^d = aQ_t$; tällöin saadaan malli
$IB_t = au(L) \triangle Q_t + \delta K_{t-1}$

Parametrit saadaan estimoitua ainoastaan jollain rajoituksella. On luonnollista valita rajoitukseksi oletus, että $\sum_{i=0}^{\infty} u_i = 1.$[1] Oletukseksi riittää, että painojen summa on äärellinen luku (Jorgenson s. 143). Jos lisäksi oletetaan, että u_i:t ovat ei-negatiivisia, on estimointi suoritettava kvadraattisella ohjelmoinnilla, joka ottaa huomioon ei-lineaariset rajoitukset (Jorgenson, s. 146-147). Toisaalta mallin stabilisuutta voidaan analysoida estimoimalla yhtälö lineaarisella rajoituksella $\sum u_i = 1$ ja tutkimalla ovatko saadut u_i:n estimaatit ei-negatiivisia ja ykköstä pienempiä jok. i:llä. Parametrin a estimaatti $\hat{a}$ saadaan tällöin lausekkeesta:

1): ks. esim. Mundlak (1967): s. 289, Jorgenson (1966): s. 135, Koyck (1954): s. 22-24; painojen summan rajoittaminen ykköseksi ja lisäksi ei-negatiivisiksi luvuiksi implikoi sitä, että viivästysfunktion perustana on todennäköisyysjakautuma.

$$\hat{a} = \frac{\sum_{i=0}^{k} \widehat{s_i a}}{\sum_{j=0}^{n} \hat{w}_j}$$

jossa $\hat{s}_i = \frac{\widehat{s_i a}}{\hat{a}}$, $i = 0,1,\ldots,k$

ja $\hat{w}_j$ on muuttujan $(IB_{t-j} - \delta K_{t-1-j})$ kertoimen estimaatti, $(j=1,\ldots,n)$. Parametrien s_i ja w_j estimaattien avulla saadaan potenssisarjan u(L) kertoimien kumulatiiviset summat. - Malli (2.23) voidaan esittää muodossa (23)′

$$(23)' \qquad IB_t = \left[1-(1-\delta)L\right] u(L)K_t^d = t(L)K_t^d$$

Oletetaan, että $K_t^d = K_{t-i}^d$, $(i=1,2,\ldots,j-1)$ eli haluttu pääomakanta pysyy muuttumattomana j:n periodin ajan (periodi t mukaanluettuna). Yhtälöstä (23)′ saadaan tällöin [1]

$$(23)'' \qquad IB_t = \sum_{i=0}^{j-1} t_i K_{t-i}^d + \sum_{i=j}^{\infty} t_i K_{t-i}^d$$

$$= h_j K_t^d + \sum_{i=j}^{\infty} t_i K_{t-i}^d$$

jossa $\{h_j\}$ on potenssisarjan t(L) kertoimien kumulatiivisten summien muodostama lukujono. Derivoimalla yhtälö (23)′′ pääoman kysynnän suhteen (joka kestää j periodia) saadaan

$$\frac{\partial IB_t}{\partial K_t^d} = h_j$$

joten lukujono $\{h_j\}$ esittää halutun pääomakannan määräämässä tekijässä tapahtuneen muutoksen vaikutusta bruttoinvestointeihin. Lukujonon $\{h_j\}$ kertoimet saadaan siis yhtälön (23)′ perusteella seuraavasti:

$$(a) \qquad h_j = u_j + \delta \sum_{i=0}^{j-1} u_i \quad (j=0,1,2\ldots)$$

Siis h_j on vaikutus bruttoinvestointeihin j:nnellä periodilla halutussa pääomakannassa tapahtuneen muutoksen jälkeen ja u_j vastaava nettoinvestointivaikutus. Lausekkeesta (a) nähdään myös suoraan rajatulos, kun $j \to \infty$ eli nettoinvestointivaikutus $u_j \to 0$. Tällöin $(\sum_{i=0}^{j-1} u_i) \to 1$, koska $\sum_{i=0}^{\infty} u_i = 1$ ja $h_j \to \delta$ eli bruttoinvestointivaikutuksen pitkän ajan vaikutus on poistokertoimen δ suuruinen.

---

1. Ks. Jorgenson - Stephenson (RES, 1967): s. 18.

LIITE II. Virhetermistä viivästysfunktiomalleissa

Olkoon

(1) $K_t = \alpha Q_t^e + u_t$ jossa Q_t^e on odotettu "normaali" tuotanto ja

(2) $Q_t^e - Q_{t-1}^e = h(Q_t - Q_{t-1}^e)$ eli

(3) $Q_t^e = h(Q_t + (1-h)Q_{t-1} + (1-h)^2 Q_{t-2} + \ldots + (1-h)^n Q_{t-n} + \ldots)$

Yhdistämällä (1) ja (3) saadaan:

(4) $K_t = (1-h)K_{t-1} + \alpha hQ_t + u_t - (1-h)u_{t-1} \qquad t = 1,2,\ldots,T$

josta saadaan nettoinvestointifunktio:

(5) $IN_t = \alpha hQ_t - hK_{t-1} + u_t - (1-h)u_{t-1}$

ja vastaava bruttoinvestointifunktio

(6) $IB_t = \alpha hQ_t + (\delta - h)K_{t-1} + u_t - (1-h)u_{t-1}$

Analysoidaan seuraavaksi yhtälöä (4), josta saadut tulokset voidaan suoraan siirtää malleihin (5) ja (6). Oletetaan, että yhtälössä (4) Q_t on eksogeeninen muuttuja, jolloin vältytään "simultaaniyhtälön" tuomilta lisävaikeuksilta. Luvussa 7.3 osoitettiin investointifunktion tulosten herkkyys virhetermin rakenteen suhteen. Seuraavassa osoitetaan neljästä virhetermiä $u_t-(1-h)u_{t-1}$ koskevasta eri hypoteesista lähtien, mitä implikaatioita virhetermin rakenteella on sopeutus- ja/tai odotusmallille (ks. luvut 4.1 ja 4.2). Virhetermin u_t - $u_t - (1-h)u_{t-1}$ oletukset ovat:

Oletus I: $u_t - (1-h)u_{t-1} = e_{1t}$, $t = 1,2,\ldots,T$, jossa e_{1t}:t ovat normaalisesti ja riippumattomasti jakautuneita odotusarvolla nolla ja vakiovarianssilla S_1^2 eli e_{1t} on NID(0, S_1^2).

Oletus II: u_t:t yhtälössä (4) ovat NID(0, S_2^2).

Oletus III: u_t:t yhtälössä (4) noudattavat ensimmäisen kertaluvun autoregressiivistä rakennetta parametrilla ρ, eli $u_t = \rho u_{t-1} + e_{3t}$, $t = 1,2,\ldots,T$, jossa e_{3t}:t ovat NID(0, S_3^2),

Oletus IV: virhetermin $u_t - (1-h)u_{t-1}$ yhtälössä (4) noudattaa autoregressiivistä prosessia:

$u_t - (1-h)u_{t-1} = \gamma(u_{t-1} - (1-h)u_{t-2}) + e_{4t}$, jossa e_{4t} on NID(0, S_4^2)

Oletus I, jota on käytetty lukuisissa tutkimuksissa+, sisältää hypoteesin, että virhetermi $u_t = (1-h)u_{t-1} + e_{1t}$ noudattaa ensimmäisen kertaluvun autoregressiivistä prosessia parametrilla (1-h), joka on siis yhtälössä (2) odotuskerroin.

\+ Esim. Klein (1958), Nerlove (1958, Zellner (1957)

Oletukselle, että yhtälön (2) parametri (1-h) on myös virhetermin u_t ensimmäisen kertaluvun prosessin parametri, ei ole pystytty osoittamaan talousteoreettista pohjaa.

Oletus II on ehkä yleisemmin käytetty ts. u_t:t ovat $NID(0, S_2^2)$.

Oletusta III, jota on myös teoreettiselta perustalta tarkasteltu[+], ei yleensä ole käytetty empiirisissä tutkimuksissa. Oletuksen III mukaan u_t:t voivat olla autokorreloituneita. Jos $\varsigma = (1-h)$ oletukset III ja I ovat ekvivalentteja ja jos $\varsigma = 0$ oletus III redusoituu oletukseksi II.

Oletus IV. sisältää varsin yleisen toisen kertaluvun prosessin u_t:lle, jota on myös käytetty empiirisissä tutkimuksissa[++].

Jos $\varsigma = 0$, on oletus IV ekvivalentti oletuksen I kanssa.

Oletuksilla I-IV on sekä taloudelliselta että tilastolliselta kannalta varsin erilaiset implikaatiot. Esim. taloudelliselta kannalta saadaan seuraava tulos: Merkitään $d_t = K_t - u_t$, jolloin kaavasta (4) ja oletuksista I tai II saadaan

(7) $$d_t = (1-h)d_{t-1} + \alpha hQ_t$$

Toisaalta oletuksella III saadaan:

(8a) $$d_t = \varsigma d_{t-1} = (1-h)(d_{t-1} - \varsigma d_{t-2}) + \alpha h(Q_t - \varsigma Q_{t-1})$$

eli

(8b) $$d_t = (1-h+\varsigma)d_{t-1} - (1-h)\varsigma d_{t-2} + \alpha h(Q_t - \varsigma Q_{t-1})$$

Vertaamalla yhtälöitä (7) ja (8) havaitaan, että yhtälö (7) on d_t:n suhteen ensimmäisen kertaluvun differenssiyhtälö, kun taas yhtälö (8) on toisen kertaluvun differenssiyhtälö (yhtälön (8) homogeenisen osan juuret ovat molemmat reaalisia ja ne ovat (1-h) ja ς). Lisäksi mitattavissa oleva (ex post) muuttuja Q vaikuttaa varsin eri tavalla yhtälöissä (7) ja (8). Näin ollen d_t:n reaktio alkuehdoissa ja/tai Q_t:ssa tapahtuviin muutoksiin nähden voi olla varsin erilainen riippuen siitä, onko (7) ja (8) oikea spesifiointi.

Tilastolliselta ja erityisesti estimointimenetelmien valinnan kannalta saatujen tulosten ominaisuudet riippuvat ratkaisevasti siitä, mitä oletuksista I-IV käytetään. Jos esim. oletus I on oikea, niin yhtälön (4) parametreille saadaan konsistentit estimaatit pns-menetelmällä. Jos taas joku muu oletus (II-IV) on oikea, pns-menetelmällä saadut estimaatit eivät ole konsistentteja ja ovat lisäksi harhaisia.

\+ Esim. Klein (1958), Malinvaud (1961), Dhrymes (1965)

++ Esim. Fuller and Martin (1961), Zellner, Huang and Chan (1965) ja Zellner and Park (1965)

Tarkastellaan seuraavaksi edellä esitettyä tilannetta yhdistetyn osittaisen sopeutuksen ja adaptiivisen odotusmallin kannalta (ks. luvut 4.1 ja 4.2):

(9) $K_t - K_{t-1} = g(K_t^d - K_{t-1}) + v_t$

ja

(10) $K_t^d = \alpha Q_t$

Luvuissa (4.1 ja 4.2) tältä pohjalta käsiteltiin malleja deterministisessä muodossa, jolloin virhetermi spesifioitiin vasta redusoidun muodon (investointifunktioon) yhtälöön. Yhtälöistä (9) ja (10) saadaan:

(11) $K_t = (1-g)K_{t-1} + g\alpha Q_t + v_t$

Jos edelleen oletetaan (ks. luku 4.2):

(12) $K_t^d = \alpha Q_t^e$

saadaan yhtälö

(13) $K_t = ((1-h) + (1-g))K_{t-1} - (1-h)(1-g)K_{t-2} + \alpha ghQ_t + v_t - (1-h)v_{t-1}$

Kuten luvussa (4.2) osoitettiin, kertoimet g ja h ovat symmetrisiä yhtälössä (13), mutta vain (1-h) vaikuttaa virhetermiin. Luvussa 4.2 tarkasteltaessa mallia (13) ja sitä vastaavaa investointifunktiota deterministisessä muodossa, ei kertoimia g ja h ja siten sopeutus- ja odotushypoteeseja voitu identifioida erilleen. Virhetermien mukaanottaminen tarkasteluun (13) osoittaa kuitenkin, että virhetermin kautta olisi mahdollista päätellä "jotain" sopeutus- ja odotushypoteesien erillisestä vaikutuksesta. Ts. virhetermin kautta on mahdollista identifioida g ja h erilleen. Tämä voitaisiin suorittaa estimoimalla yhtälö (11) tai sitä vastaava investointifunktio, jolloin saadaan virhetermin estimaatille v_t havaintosarja $\hat{v}_t$. Jos merkitään mallin (13) virhetermiä v_{1t}:llä on se siis $v_{1t} = v_t - (1-h)v_{t-1}$. Tällöin saadaan malli:

(14) $\hat{v}_{1t} = \hat{v}_t - (1-h)\hat{v}_{t-1}$

josta saadaan virhetermien estimaattien avulla siis (1-h):n estimaatti. Edellytyksenä on kuitenkin, että v_t on autokorreloimaton.

Edellä käsiteltiin yksinkertaisia tapauksia, joissa virhetermi on spesifioitu vain yhteen yhtälöön. Jos yhdistetyssä sopeutus- ja odotusmallissa virhetermi spesifioidaan jokaiseen yhtälöön eli

(15a) $K_t^d = \alpha Q_t^e + u_t$

(15b) $Q_t^e - Q_{t-1}^e = h(Q_t - Q_{t-1}^e) + v_t$

(15c) $K_t - K_{t-1} = g(K_t^d - K_{t-1}) + e_t$

saadaan redusoidun muodon (investointifunktion) virhetermiksi:

$$(16)\quad \alpha gv_t - (1-\delta)\alpha gv_{t-1} + gu_t - \left[g(1-h) + (1-\delta)g\right] u_{t-1} + g(1-\delta)(1-h)u_{t-2} + e_t - \left[(1-h) + (1-\delta)\right] e_{t-1} + (1-\delta)(1-h)e_{t-2}$$

Olettamalla siis virhetermi jokaisen perushypoteesin (maintained hypothesin) yhtälöön saadaan redusoidun muodon bruttoinvestointifunktion virhetermiksi lauseke (16), jonka käsittely empiirisellä tasolla on erittäin hankalaa. Tästä syystä tutkimuksessa analysoitujen mallien osalta on lähdetty siitä oletuksesta, että stokastinen elementti tuodaan analyysiin vasta redusoidun muodon mallissa. Lisäksi on syytä epäillä, onko mielekästä ja perusteltua käsitellä mallin perusyhtälöitä, jotka muodostavat testattavan hypoteesin, stokastisina. Usiessa tutkimuksissa on lähdetty siitä, että mallien (15a) - (15c) kaltaiset yhtälöt tulkitaan deterministisiksi eli eräänlaisiksi analyysin "aksioomeiksi", jolloin virhetermi tulee analyysiin vasta redusoidun muodon vaiheessa (ks. esim. Klein (1958): s. 553-565, Nerlove (1958): s. 430-433, Solow (1960): s. 393-406, Zellner (1957): s. 12-16, Hannan (1965): s. 206-224).

Koska luvussa 7.3 todettiin, että viivästysfunktioita sisältävät investointimallit ovat varsin herkkiä sen suhteen, mitä virhetermistä oletetaan, estimoitiin luvussa 7.3 eräitä hypoteettisia malleja tämän ongelman valoittamiseksi.

LÄHDEKIRJALLISUUS:

ALLEN, R.G.D. — Macro-Economic Theory, A Mathematical Treatment, New York 1968

ALMON, SHIRLEY — "The Distributed Lag Between Capital Appropriations and Expenditures, Econometrica Jan. 1965, Vol. 33

ALMON, SHIRLEY — "Lags Between Investment Decisions and Their Causes", RES May 1968, Vol. L

ANDERSON, LOCKE — "Business Fixed Investment: A Marriage of Fact and Fancy", teoksessa :Determinants of Investment Behaviour", ed. Robert Ferber, National Bureau Committee for Economic Research, New York 1967.

CAMPAGNA, ANTHONY — "Capital Appropriations and the Investment Decision", RES May 1968, Vol. L

CHENERY, HOLLIS B. — "Overcapacity and the Acceleration Principle", Econometrica 1952, Jan., ss. 1-28

CHRIST, C.F. — Econometric models and methods, New York 1966

CRAMÉR, H. — Mathematical Methods of Statistics, Princeton 1966

de LEEUW, FRANK — "The Demand for Capital Goods by Manufacturers: A Study of Quarterly Time Series", Econometrica July 1962, Vol. 30

DHRYMES, P.J. — A model of short-run labor adjustment, in the Brookings model: Some further results, eds. Duesenberry, J. et. al., Amsterdam 1969

DHRYMES, P.J. — "Adjustment Dynamics and the Estimation of the CES Class of Production Functions", IER, Vol. 8, No. 2, June, 1967

DIAMOND, JAMES J. — "Further Development of a Distributed Lag Investment Function", Econometrica, Vol. 30, October 1962

DUESENBERRY, J.S., FROM, G., KLEIN; L.R. — The Brookings Quarterly Econometric Models of the United States, Amsterdam 1965

ECKAUS, R.S. — "The Acceleration Principle Reconsidered", The Quarterly Journal Of Economics, Vol. LXVII, Feb. 1953

EISNER, ROBERT — "A Permanent Income Theory for Investment", American Economic Review, 1967, June, ss. 363-390.

EISNER, ROBERT — "Realization and Investment Anticipations", in J. S. Duesenberry, E. Kuh, G. Fromm and L. R. Klein, eds., "The Brookings Quarterly Econometric Model of The United States", Chicago 1965.

EISNER, ROBERT — Determinants of Business Investment, American Economic Review, Vol. LI, May 1961, No. 2.

EISNER, ROBERT — Investment Plans and Realizations, American Economic Review, Vol. LII, May 1962, No. 2

EISNER, ROBERT — Investment, Fact and Fancy, American Economic Review, Vol. LIII, No. 2, May 1963

EISNER, ROBERT — "Capital Expenditures, Profits, and the Acceleration Principle", teoksessa Models of Income Determination by the Conference on Research in Income and Wealth, Princeton 1964

EISNER, ROBERT and STROTZ, ROBERT H. — "Determinants of Business Investment, Research Study Two in Impacts of Monetary Policy for Commission on Money and Credit, Englewood Cliffs, New York 1963, Part II, section 3

EISNER, ROBERT — Components of Capital Expenditures: Replacement and Modernization versus Expansion, Camridge England, Sept. 1970

EISNER, ROBERT — "A Distributed Lag Investment Fuction", Econometrica, Vol. 28, Jan. 1960, s. 1-32

ELFVENGREN - WAHLBECK — Kotimarkkinateollisuuden konekannan ikärakenne vuoden 1951 päättyessä, Taloudellisen Tutkimuskeskuksen julkaisuja, Sarja B 6, Helsinki 1954.

EVANS, MICHAEL K. — Macroeconomic Activity, Theory, Forecasting, and Control, An Econometric Approach, London 1969

EVANS, MICHAEL K. — "A Study of Industry Investment Decisions", RES, May 1967, Vol. XLIX

FELLER, WILLIAM — An Introduction to Probability Theory and its Applications, Volume I, New York 1959, s. 318, s. 150, s. 248-253

FRIEDMAN, MILTON — A Theoretical Framework for Monetary Analysis, NBER Occasional Paper 112, New York 1971, s. 48-49, 53-55

FULLER, W.A. and MARTIN, J.E. — "The Effects of Autokorrelated Errors on the Statistical Estimation of Distributed Lag Models, Journal of Farm Economics, 63, s. 71-82

FULKS, WATSON — Advanced Calculus, An Introduction to Analysis, New York 1967, s. 379-380

GOLDBERG, SAMUEL — Introduction to Difference Equations, New York 1958, s. 192-194

GOLDBERGER, A.S. — Econometric Theory, New York 1964

GOODWIN, R.M. — Secular and Cyclical Aspects of the Multiplier and the Accelerator, Income, Employment and Public Policy, Essays in Honor of Alvin H. Hansen, New York 1948

GORDON, R.A. — Investment Behaviour and Business Cycles, The Review of Economic and Statistics, Vol. XXXVII, February 1955

GREENBERG, E. — "A Stock-Adjustment Investment Model", Econometrica 1964 July, ss. 339-357

GRILICHES, ZVI — "Capital Stock in Investment Funtions: Some Problems of Concept and Measurement", teoksessa Measurement in Economics, Stanford 1963

GRILICHES, ZVI — "Distributed Lags: A Survey", Econometrica, Vol. 35, No. 1 Jan. 1967, s. 16-49

GRILICHES, Z. — "A Note on Seriel Correlation Bias in Estimates of Distributed Lags", Econometrica 29, Jan. 1961, s. 65-73

HAAVELMO, TRYGVE — A Study in the Theory of Investments, Chicago 1960

HANNAN, E.J. "The Estimation of Relations Involving Distributed Lags", Econometrica 1965, s. 206-224

HART, ALBERT G. Capital Appropriations and the Accelerator, The Review of Economics and Statistics, Vol. XLVII, May 1965, No. 2

HICKMAN, BERT G. "Capacity, Capacity Utilization and The Acceleration Principle" in Conference on Research in Income and Wealth, Volume 19, "Problems of Capital Formation", Princeton Univercity Press, 1957, ss. 419-449

HICKS, J.R. Value and Capital, 2nd Edition, London 1946

HILDRETH, C. and LU, J.Y. Demand Relations with Autokorrelated Disturbances, Technical Bulletin No. 276, Michigan State University, Michigan, Nov. 1960

HILTON, K. "Capital and Capacity Utilization in the United Kingdom: Their Measurement and Reconciliation", Bulletin: Oxford University Institute of Economics and Statistics, Volume 32 August 1970, s. 187-217

HINES, A.G. and CATEPHORES, G. Investment in U.K. Manufacturing Industry, 1956-67, teoksessa The Econometric Study of the United Kingdom, edit. by K. HILTON and D. HEATHFIELD, London 1970

HONKO, JAAKKO Investointien suunnittelu ja tarkkailu, Porvoo 1963

IKKALA - ANDERSSON - NUORVALA Uusi elinkeinoverolainsäädäntö, Helsinki 1969

JOHNSTON, J. Econometric Methods, London 1963

JORGENSON, DALE "The Theory of Investment Behaviour" teoksessa "Determinants of Investment Behaviour", ed. Robert Ferbek, National Bureau Committee for Economic Research, New York 1967

JORGENSON, D.W. and JAMES A. STEPHENSON	"Investment Behaviour in U.S. Manufacturing 1947-60", Econometrica 1967. 2, ss. 169-220
JORGENSON, DALE	Capital Theory and Investment Behaviour, The American Economic Review, Vol. LIII, No. 2, May 1963 .
JORGENSON, DALE W.	"Anticipations and Investment Behaviour", teoksessa The Brookings Quarterly Econometric Model of The United States, ed. by J.S. Duesenberry, G. Fromm, L.R. Klein, E. Kuh, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1965
JORGENSON, DALE and STEPHENSON, JAMES	"The Time Structure of Investment Behaviour in United States Manufacturing, 1947-1960, RES Feb. 1967
JORGENSON, DALE W.	"Rational Distributed Lag Functions", Econometrica, 34 Jan. 1966, s. 135-149
JORGENSON, D.W. and SIEBERT, C.D.	"A Comparison of Alternative Theories of Corporate Investment Behaviour", AER Sept. 1968, s. 681-697
KALDOR, NICHOLAS	Capital Accumulation and Economic Growth, The Theory of Capital, Proceedings of a Conference held by the International Economic Association, Lontoo 1961
KEYNES, J.M.	The General Theory of Employment Interest and Money, London 1936
KLEIN, LAWRENCE	"Studies in Investment Behaviour" in Conference on Business Cycles. National Bureau of Economic Research, Inc. New York 1951
KLEIN, L.R.	"The Estimation of Distributed Lags", Econometrica 26 (1958), s. 553-565
KLEIN, L.R. and PRESTON, R.S.	"The Measurement of Capacity Utilization", AER, March 1967, s. 34-54

KOHI, P. Investoinnit ja niihin vaikuttavat tekijät Suomen tehdasteollisuudessa vuosina 1948-1967, kansantaloustieteen lisensiaattitutkimus, Helsingin Yliopisto 1970

KOYCK, L.M. Distributed Lags and Investment Analysis, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1954

KOLJONEN, KALEVI "Pääomakannan käsite ja mittaaminen sekä sovellutus Suomen rakennuskantaan vuosina 1950-1960", Tilastollisen päätoimiston tutkimuksia, Syyskuu 1968

KUH, EDWIN Capital Stock Growth: A Micro-Econometric Approach, Amsterdam 1963

KUH, EDWIN "Theory and Institutions in The Study of Investment Behaviour", American Economic Review, 1963 May, ss. 260-268

KUZNETS, S. "The Relation between Capital Goods and Finished Products in the Business Cycle", Economic Essays in Honor of Wesley Clair Mitchell, New York 1935, s. 209-267

LASSILA, JAAKKO Rahalaitosten käyttäytymisestä ja luottoekspansiosta yksinkertaisilla rahoitusmarkkinoilla, Helsinki 1966

LERNER, ABBA P. The Economics of Control, New York 1944

LINTNER, JOHN "Corporation Finance: Risk and Investment", teoksessa Determinants of Investment Behaviour, National Bureau Conference Series No. 18, New York 1967, edit. by Robert Ferber s. 215-255

LUTZ, FRIEDRICH The Essentials of Capital Theory, The Theory of Capital Proceedings of a Conference held by the International Economic Association, London 1961

LUTZ, FRIEDRICH & VERA The Theory of Investment of The Firm, Princeton 1951

MARSTON, WINFREY and HEPSTEAD	Engineering Evaluation and Depreciation, New York 1953
MAYER, T.	"Plant and Equipment Lead Times", Journal of Business of the University of Chicago, April 1960, s. 127-132
MEYER, JOHN R. and EDWIN KUH	The Investment Decision: An Empirical Study, Cambridge 1957
MEYER, J. and KUH, E.	"How extraneous are extraneous estimates?" RES, Vol. 39 (1957), s. 380-393
MINCER, JACOB	"Models of Adaptive Forecasting", teoksessa Economic Forecasts and Expectations, Analysis of Forecasting Behaviour and Performance, edited by Jacob Mincer, NBER No. 19, New York 1969
MODIGLIANI, F. and MILLER, M.	"Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment, AER June 1958
MUNDLAK, YAIR	"On the Microeconomic Theory of Distributed Lags", RES Volume XLVIII 1966, s. 51-54
MUNDLAK, YAIR	"Long-Run Coefficients and Distributed Lag Analysis: A Reformulation", Econometrica Vol. 35, April 1967, s. 278-293
NADIRI, I.M.	"Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Factor Productivity: A Survey", Journal of Economic Literature, No. 4, 1970
NERLOVE, M.	Distributed Lags and Demand Analysis for Agricultural and Other Commodities, Washington: U.S. Department of Agriculture.
NIITAMO, O.E.	Tuotantofunktio, sen jäännöstermi ja teknillinen kehitys, Tilastollinen Päätoimisto, Monistettuja tutkimuksia n:o 9, Tammikuu 1969
NIITAMO, O.E.	Tuottavuuden kehitys Suomen teollsuudessa vuosina 1925-1952, Helsinki 1958
OZGA, S.A.	Expectations in Economic Theory, London 1965 s. 147-149, s. 153

PARZEN, E. Stochastic Processes, San Francisco 1962, s. 180-181

PAUKKUNEN, L. - KALLINEN, T. - SUNDGREN, J. Teollisuuden kokonaistilinpäätös ja kustannusrakenne toimialoittain vv. 1948-1960, Helsinki 1962

PUNTILA, MARKKU Pankkijärjestelmän rahoitusvarannot Suomen taloudellisessa kehityksessä vuosina 1948-1964, Helsinki 1969

ROWLEY, J.C.R. "Investment Functions: Which Production Function?" AER, Sept. 1970 s. 1008

SAARIO, MARTTI "Veroista ja arvonvähennyksistä investointilaskelmissa", teoksessa Yrityksen tulos, rahoitus ja verotus I, Helsinki 1969, s. 272

SAMUELSON, PAUL Foundations of Economic Analysis, Harvard University Press, 1955

SHACKLE, G.L.S. Expectations, Investment and Income, Oxford 1968, s. 68-69, s. 67, s. 71

SJÖHOLM, B.E. Liikeverotus, käsikirja tulo- ja omaisuus- sekä kunnallisverotuksesta, Helsinki 1964

SMITH, VERNON L. Investment and Production, Cambridge Mass. 1961

SMITH, VERNON L. "The Theory of Investment and Production", Quarterly Journal of Economics, Vol. LXXIII, No. 1, February 1959

SOLOW, R.M. Price Expectations and the Behaviour of the Price Level, Manchester 1969

SOLOW, R.M. "On A Family of Lag Distributions", Econometrica, Vol. 28, 2 April 1960, s. 393-397

SOLANE, ROBERT The Production Function and the Theory of Capital, Review of Economic Studies, Vol. XXIII

THALBERG, BJÖRN An Analysis of a Market for Investment Goods, The Theory of Capital, Proceedings of a Conference held by the International Economic Association, London 1961

TUOMAINEN, EERO — Teollisuutta koskeva kansantulotilasto vuosilta 1948-1967, Tilastokatsauksia No. 11, 1964

TUOMAINEN, EERO — Tehdasteollisuuden tuotantofunktiot Suomessa vuonna 1960, Helsingin yliopisto 1965

VARTIAINEN, H.J. — Valtion tulojen kasvuun sisältyvä automatiikka sekä verotusperusteiden muutokset Suomessa vuosina 1950-1964, Helsinki 1968

WALLIS, KENNETH F. — "Some Recent Developments in Applied Econometrics: Dynamic Models and Simultaneous Equation systems", The Journal of Economic Literature, Sept. 1969, No. 3, s. 776

WAUD, ROGER — "Misspecification in the "Partial Adjustment" and "Adaptive Expectations" Models, International Economic Review, Vol. 9, June 1968

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

ZELLNER, A. — An Empirical and Theoretical Analysis of Short-Run Consumption Functions, University of California, 1957

ZELLNER, A. and GEISEL, M.S. — Analysis of Distributed Lag Models with Applications to Consumption Function Estimation, European Meeting on Econometrics, Amsterdam 1968

ZELLNER, A. and PARK, C.J. — "Bayesian Analysis of a Class of Distributed Lag Models", Econometric Annual of the Indian Economic Journal, Volume 13, 1965, s. 432-444

ZELLNER, A., HUANG, D.S. and CHAU, L.C. — "Further Analysis of the Short-Run Consumption Function with Emphasis on the Role of Liquid Assets, Econometrica, 1965, s. 571-581

DATALIITE: I.

Puunjalostusteollisuus koostuu kolmesta raaka-ainepohjaltaan saman tyyppisestä toimialasta: puuteollisuudesta, huonekaluteollisuudesta sekä paperiteollisuudesta. Investointikäyttäytymistä analysoitaessa puunjalostusteollisuus muodostaa varsin homogeenisen kokonaisuuden. Keskimääräinen yrityskoko on kuitenkin olennaisesti suurempi paperiteollisuudessa kuin puuteollisuudessa. Toisaalta paperiteollisuuden investoinnit ovat olleet ajanjaksona 1948-1970 keskimäärin 85 % puunjalostusteollisuuden investoinneista. Puunjalostusteollisuuden kiinteähintaiset (1964- p) bruttoinvestoinnit (IB), bruttokansantuote (Q) ja pääomakerroin (K/Q) vuosina 1948-1970 on esitetty dataliitteessä II. (ks. P. Kohi (1970): s. 19).

Tutkimuksessa yhtenä kokonaisuutena tarkasteltava metalliteollisuus koostuu seuraavista tehdasteollisuuden toimialoista: metallien perusteollisuus, metallituoteteollisuus, koneteollisuus, sähköteknillinen teollisuus ja kulkuneuvoteollisuus. Metalliteollisuuden kiinteähintaiset (1964- p) bruttoinvestoinnit, bruttokansantuote ja pääomakerroin ovat oheisessa dataliitteessä II.

- Vuosina 1965-1970 julkisten yhtiöiden osuus metalliteollisuuden kokonaisinvestoinneista on kasvanut voimakkaasti, mikä selittyy lähes kokonaan yhden yrityksen - Rautaruukki Oy:n - perustamisesta. Yksin tämän yrityksen investointien osuus metalliteollisuuden kokonaisinvestoinneista oli vuosina 1964-1969 noin 35 %. Tutkimuksessa on Rautaruukki Oy:n edustama investointiprojekti tulkittu autonomistyyppiseksi eikä johdetuksi investointikysynnäksi. Koska lisäksi kysymyksessä on uusi yritys, jonka investoinnit edeltävät sen muuta toimintaa esim. tuotantoa, ja yritys on institutionaalisesti muodoltaan ns. valtionenemmistöinen yritys, sen investoinnit on jätetty tarkastelun ulkopuolelle. Vastaavanlaisesta menettelystä ks. esimerkiksi: Meyer and Kuh (1966): s. 39 - 56, Meyer and Glauber (1964): s. 30 - 38, Kuh (1963): s. 60-62, luku 3.2 Selection of Sample Firms, ja P. Kohi (1970): s. 24.

Muu tehdasteollisuus: Puunjalostus- ja metalliteollisuuden ulkopuolelle jäävät tehdasteollisuuden toimialat muodostavat verrattain epähomogeenisen toimialajoukon, jonka investointeja tutkimuksessa kuitenkin tarkastellaan yhtenä kokonaisuutena. Muu tehdasteollisuus eroaa sikäli olennaisesti puunjalostus- ja metalliteollisuudesta, että siinä on viennin osuus kokonaistuotannosta selvästi pienempi kuin em. kahdessa muussa toimialassa. Ts. muu tehdasteollisuus on keskimäärin selvästi kotimarkkinaorientoitunut, millä seikalla on ilmeisesti vaikutusta investointikäyttäytymiseen. Tässä suhteessa käytettyä kolmijakoa: puunjalostusteollisuus, metalliteollisuus ja muu tehdasteollisuus voidaan pitää varsin mielekkäänä, koska puunjalostusteollisuus edustaa toista ääritapausta, jossa viennin osuus on tuotannosta yli puolet metalliteollisuuden jäädessä tässä suhteessa näiden ääritapausten väliin. - Muun tehdasteollisuuden investointitoiminnan analysointia haittaa epäilemättä siihen kuuluvien toimialojen erilaisuus. Käytettävissä olevan perusaineiston puutteellisuuden vuoksi ei yksityiskohtaisempaa analyysia voitu suorittaa. Muun tehdasteollisuuden päätoimialat ovat: elintarvike-, juoma-, tekstiili-, kenkä-, vaatetus- sekä graafinen teollisuus ja kemian-, savi-, lasi- ja kivenjalostusteollisuus. Samoilla perusteilla kuin Rautaruukki Oy metalliteollisuudessa, on Neste Oy muussa tehdasteollisuudessa jätetty analyysin ulkopuolelle. Muun tehdasteollisuuden (ISIC: 20-24,28-33,39) kiinteähintaiset (1964-p) bruttoinvestoinnit, bruttokansantuote sekä pääomakerroin on esitetty oheisessa dataliitteessä II. - Taulukoissa on esitetty myös eri toimialojen pääomakantamuuttujat (1964-p) K.

Kaikissa tapauksissa selitettävä muuttuja bruttoinvestoinnit (ilman korjauksia ja kunnossapitoa) käsittää eri pääomatavaratyyppeinä talonrakennukset, maa- ja vesirakennukset sekä koneet ja laitteet. Tiedot Suomen teollisuuden bruttoinvestoinneista on vuodesta 1959 lähtien julkaistu vuosittain Suomen teollisuustilastossa. Vuotta 1959 edeltävältä ajalta tiedot on saatu käyttäen hyväksi mm. vuosien 1953 ja 1958 investointitiedusteluja sekä näiden välisiä vuosia koskevia tasetutkimuksia. Bruttoinvestointisarjat on julkaistu P. Kohin tutkimuksessa "Investoinnit ja niihin vaikuttavat tekijät Suomen tehdasteollisuudessa vuosina 1948-1967", Helsingin yliopisto 1970.

Voittojen ja poistojen kehitystä kuvaavat aikasarjat perustuvat tutkimuksessa pääasiassa yritysten taseista saatuihin tietoihin (ks. P. Kohi (1970): s. 35 ja liite 2 sekä Paukkunen-Kallinen-Sundgren (1962, Helsinki): Teollisuuden kokonaistilinpäätös ja kustannusrakenne toimialoittain vv. 1948-1960).

Tutkimuksessa käytetyn pääomakantamuuttujan (K) laskentamenetelmä, joka on yhdistetty investointikertymämenetelmä ja talonrakennustilastotiedustelu, on myös esitetty P. Kohin tutkimuksessa (1970) liitteessa 3.

Muita tilastolähteitä:

- tuotosmuuttuja (Q) sektoreittain on saatu virallisesta Kansantulotilastosta
- kannattavuusmuuttujassa EP_t esiintyvät palkat on saatu myös Kansantulotilastosta
- tuotoksen ja investointihyödykkeiden hinnat ovat tuotoksen ja investointien deflaattoreita: Kansantulotilasto
- rahoitusmuuttujat on laskettu ja osaksi julkaistu Suomen Pankin taloustieteellisessä tutkimuslaitoksessa kerätyistä sarjoista (esim. Puntila (1969): liitteet). Näitä sarjoja säilytetään Suomen Pankin tutkimuslaitoksessa.
- pankkien antolainaus (luotot yleisölle) vuoden lopussa havaintosarja on saatu virallisesta pankkitilastosta.
- kapasiteetin käyttöaste CU_t sekä ei-lineaarinen kapasiteetin käyttöastemuuttuja $NLCU_t$ on laskettu suoraan ns. Wharton-menetelmällä (ks. esim. Willman (1971): s. 21 - 23, Klein and Preston (1967): s. 35 - 54)

- $$NLCU_t = \frac{(CU_t - \overline{CU})^2}{100} \quad \text{sgn} \quad (CU_t - \overline{CU})$$

  jossa $\overline{CU}$ on CU_t - havaintosarjan keskiarvo vuosilta 1948-1970 (ks. esim. Solow (1969): s. 10 - 11).

Muuttuja NLCU sisältää eräänlaisen normaalikäyttöasteen hypoteesin, jolloin siis oletetaan, että investoinnit eivät riipu pienistä (satunnaisista), kapasiteetin käyttöasteen CU vaihteluista tietyn normaaliköyttöasteen ($\overline{CU}$) ympärillä. Sitä vastoin investoinnit riippuvat pysyväisluonteisista vaihteluista $\overline{CU}$:n molemmin puolin. Normaalikäyttöaste $\overline{CU}$ on oletettu vakioksi koko tutkimusperiodilla (ks. Solow (1969): s. 10, Chenery (1952): s. 13, Goodwin (1951): s. 8). Eräissä muun tehdasteollisuuden akseleraatiomalleissa (taulukko: 5.5.5.), joissa esiintyy selittävänä muuttujana joko CU tai NLCU, on perustana pohjimmiltaan akseleraatiohypoteesi joustavassa muodossa. Tällöin muuttuja NLCU indikoinee eräänlaista ei-lineaarista akseleraattorivaikutusta (Chenery (1952): s. 13 - 14, Goodwin (1951): s. 6 - 12). Cheneryn optimaalisen liikakapasiteettihypoteesin mukaan aloilla, joilla on korkea K/Q-suhde on liikakapasiteetti ajoittain väistämätön ilmiö ja pääomaintensiteetin sekä odotetun liikakapasiteetin välillä vallitsee voimakas korrelaatio (Chenery (1952): s. 13, Kuznetz (1935): s. 209 - 267).

DATALIITE: II.

Tutkimuksessa käytetyt perussarjat (mallien muuttujien arvot)

TEHDASTEOLLISUUS 3)

Vuosi	IB	Q 1)	K	K/Q (α_{at})	δ_{at}	p (64=100)	V 2)	Palkat	Korot
1948	362	1974	5652	2.86	0.025	46.0	264	564	44
1949	406	2057	5957	2.90	0.017	47.8	262	610	49
1950	427	2177	6274	2.88	0.018	57.1	328	759	54
1951	493	2503	6646	2.66	0.019	77.0	356	1077	85
1952	483	2422	7018	2.90	0.016	66.0	272	1104	89
1953	412	2513	7324	2.91	0.015	67.1	350	1094	98
1954	521	2878	7740	2.69	0.014	70.2	440	1202	102
1955	533	3176	8165	2.57	0.014	71.3	506	1328	123
1956	560	3255	8575	2.63	0.017	74.5	549	1476	136
1957	505	3311	8969	2.71	0.013	77.1	650	1550	163
1958	480	3138	9316	2.97	0.015	83.7	657	1575	168
1959	614	3470	9775	2.82	0.017	87.7	793	1720	163
1960	883	3954	10474	2.65	0.018	89.4	1009	1992	167
1961	1168	4325	11362	2.63	0.022	91.7	1103	2248	158
1962	1092	4606	12246	2.66	0.018	90.7	995	2437	186
1963	820	4743	12901	2.72	0.013	94.8	994	2598	217
1964	982	5106	13749	2.69	0.010	100.0	1051	2977	250
1965	989	5442	14599	2.68	0.011	101.4	1032	3328	296
1966	972	5725	15457	2.70	0.010	103.6	996	3630	338
1967	852	5903	16077	2.72	0.016	108.5	1012	3910	414
1968	966	6242	16830	2.70	0.013	119.7	1194	4311	482
1969	1259	7008	17650	2.52	0.023	130.8	1757	4897	551
1970	1582	7625	18628	2.44	0.025	135.9	2139	5447	617

1): muuttujat IB, Q ja K ovat 64-hintaisia

2): voitot + poistot

3): IB, K, V, palkat ja korot ovat milj. mk.
Myös Q on milj. mk.

DATALIITE: II.

PUUNJALOSTUSTEOLLISUUS

Vuosi	IB	Q	K	K/Q (α_{at})	δ_{at}	p (64=100)	V	Palkat	Korot
1948	155	479	2026	4.23	0.025	53.4	100	147	26
1949	140	460	2123	4.62	0.021	54.4	78	146	26
1950	178	507	2262	4.46	0.018	65.6	116	185	27
1951	191	597	2405	4.03	0.021	110.2	162	269	37
1952	201	504	2562	5.08	0.018	67.9	87	245	38
1953	187	548	2703	4.93	0.018	58.8	107	245	44
1954	225	651	2882	4.43	0.017	74.3	151	278	45
1955	175	704	3005	4.27	0.018	73.4	173	304	58
1956	198	675	3130	4.64	0.024	74.6	169	316	64
1957	170	724	3265	4.51	0.011	76.7	261	333	73
1958	206	735	3424	4.66	0.014	83.7	292	355	75
1959	296	802	3663	4.57	0.017	94.9	328	389	72
1960	501	959	4081	4.26	0.023	98.9	457	467	73
1961	629	1050	4535	4.32	0.039	99.7	502	523	60
1962	543	1060	5009	4.73	0.015	92.9	426	546	67
1963	376	1141	5316	4.66	0.014	95.1	380	586	76
1964	450	1242	5724	4.61	0.008	100.0	351	668	84
1965	372	1320	6047	4.58	0.009	98.8	335	739	102
1966	358	1364	6361	4.66	0.007	95.2	335	775	120
1967	251	1361	6534	4.80	0.012	98.5	346	814	128
1968	346	1459	6730	4.61	0.022	113.4	469	916	146
1969	450	1606	6965	4.34	0.021	148.4	714	1028	162
1970	607	1704	7260	4.26	0.024	156.9	857	1131	189

DATALIITE: II.

METALLITEOLLISUUS

Vuosi	IB	Q	K	K/Q (α_{at})	δ_{at}	p (64=100)	V	Palkat	Korot
1948	111	626	1381	2.21	0.020	40.8	73	195	6
1949	95	651	1455	2.24	0.015	42.2	74	210	8
1950	84	593	1517	2.56	0.015	50.1	81	240	8
1951	103	744	1597	2.15	0.015	67.6	88	351	12
1952	100	739	1676	2.27	0.013	68.0	81	387	13
1953	90	723	1746	2.42	0.012	69.4	84	355	15
1954	101	849	1829	2.15	0.010	67.8	91	381	10
1955	106	944	1916	2.03	0.010	67.6	119	423	13
1956	121	959	2005	2.09	0.017	71.5	134	474	14
1957	98	976	2072	2.12	0.015	74.3	134	504	15
1958	110	904	2150	2.38	0.015	79.5	127	504	15
1959	106	1018	2211	2.17	0.021	82.6	157	552	18
1960	162	1196	2333	1.95	0.018	85.7	194	662	24
1961	201	1315	2490	1.89	0.019	87.8	205	767	25
1962	140	1470	2567	1.75	0.025	86.4	172	853	33
1963	136	1429	2657	1.86	0.018	93.0	188	889	41
1964	164	1515	2779	1.83	0.016	100.0	217	1034	46
1965	179	1626	2921	1.80	0.013	104.4	201	1191	62
1966	205	1662	3103	1.86	0.008	110.5	199	1311	68
1967	202	1711	3225	1.88	0.026	116.0	215	1408	94
1968	205	1805	3380	1.87	0.015	127.0	252	1553	114
1969	259	2034	3539	1.74	0.026	135.2	404	1760	130
1970	327	2211	3708	1.68	0.031	139.8	485	1954	152

DATALIITE: II

MUU TEHDASTEOLLISUUS

Vuosi	IB	Q	K	K/Q (α_{at})	δ_{at}	p (64=100)	V	Palkat	Korot
1948	96	869	2245	2.58	0.016	46.0	91	222	12
1949	171	946	2379	2.52	0.016	48.3	109	254	15
1950	165	1077	2495	2.32	0.021	56.9	131	333	19
1951	199	1162	2644	2.28	0.020	66.1	105	457	36
1952	182	1179	2780	2.36	0.017	63.8	104	472	38
1953	135	1242	2875	2.32	0.014	69.0	159	494	39
1954	195	1378	3029	2.20	0.019	69.8	198	542	47
1955	252	1528	3244	2.12	0.012	72.6	214	601	52
1956	241	1621	3440	2.12	0.014	76.0	245	686	58
1957	237	1611	3632	2.26	0.013	78.7	255	713	75
1958	164	1499	3742	2.50	0.015	86.2	238	716	78
1959	212	1650	3901	2.36	0.014	87.4	309	778	73
1960	220	1799	4060	2.26	0.016	87.0	358	863	70
1961	338	1960	4337	2.21	0.015	90.2	396	958	73
1962	409	2076	4670	2.25	0.018	92.6	398	1038	86
1963	308	2173	4928	2.27	0.011	95.9	426	1124	100
1964	368	2349	5246	2.23	0.010	100.0	483	1275	120
1965	438	2496	5631	2.26	0.012	101.0	496	1398	132
1966	409	2699	5993	2.22	0.018	103.4	463	1545	150
1967	399	2831	6318	2.23	0.012	108.6	451	1687	192
1968	415	2978	6720	2.26	0.015	118.2	499	1842	222
1969	550	3368	7146	2.12	0.023	118.4	693	2109	259
1970	662	3710	7660	2.06	0.021	126.8	797	2362	276

DATALIITE: III

Sektoreiden yhteisten muuttujien arvot

Vuosi	q (64=100)	r[1]	RK1	RK2 [2]	RK3	RK4
1948	42.5	9.05	67.2	132.1	128.4	97.6
1949	44.6	8.42	33.4	119.0	79.1	66.4
1950	50.6	8.27	67.8	108.3	200.0	183.7
1951	69.9	9.74	101.0	119.0	71.9	60.3
1952	72.7	7.96	100.8	110.7	175.5	157.9
1953	70.3	7.95	99.9	96.4	145.0	150.3
1954	69.7	7.94	33.1	109.5	42.8	39.0
1955	70.9	7.96	66.9	104.8	72.3	69.2
1956	72.7	8.24	233.0	116.7	436.0	373.5
1957	75.5	9.32	200.0	116.7	278.4	238.8
1958	80.2	8.60	67.2	79.8	50.7	63.6
1959	79.6	7.07	34.0	77.4	6.5	8.4
1960	84.6	6.98	67.0	80.0	39.9	49.6
1961	86.4	7.00	67.3	86.9	52.9	60.9
1962	89.4	7.04	167.1	106.0	163.7	155.0
1963	96.5	7.33	133.9	102.4	120.9	117.5
1964	100.0	7.91	100.0	100.0	100.0	100.0
1965	105.4	7.99	133.9	79.8	154.0	194.0
1966	108.2	8.26	167.2	90.5	307.6	341.9
1967	113.8	8.91	167.0	92.9	479.1	518.8
1968	126.3	9.16	133.4	82.1	113.7	138.9
1969	129.8	8.76	100.1	76.2	91.0	118.5
1970	142.0	8.20	110.0	92.9	96.8	104.5

1): keskimääräinen antolainauskorko (liikepankit, säästöpankit ja osuuspankit, lyh. LP, SÄP, OK); korko on saatu painottamalla LP:n, SÄP:n ja OK:n korkotasot vastaavilla antolainausosuuksilla käyttäen kiinteitä painoja 2:1:1. Muuttuja r_t on keskimääräinen korko + indeksilisä (ks. kuvio DIII)

2): muuttujat RKi (i = 1,...,4) on esitetty indeksimuodossa: 1964 = 100.0

estimaattiliite

TAULUKKO: 5.2.3

Tuotanto-odotukset ja rahoituksen saatavuus

Mallit (4.37) ja (4.40)

$$IB_t = d_o + d_1 Q^e_t + d_2 M_{t_i} + d_3 K_{t-1} \quad +)$$

$$K^d_t = \nu + \alpha Q^e_t + \beta M_{t_i} \quad ++)$$

(g=h=1)	d_o (=ν)	d_1 (=α)	d_2 (=β)	d_3	$\bar{R}$	DW	g (h=1)	KV	α (h=1)	β (h=1)
TEHD:										
1) RK1:	188.94	0.542	-0.715	-0.151	0.953	0.89	0.17	4.88	3.19	-4.20
		(3.98)	(1.36)	(2.52)				(2.71)		
2) RK2:	497.72	0.587	-3.103	-0.181	0.954	1.04	0.20	4.00	3.24	-17.14
		(4.99)	(1.51)	(3.69)				(3.76)		
3) RK3:	175.55	0.497	-0.161	-0.133	0.959	1.17	0.15	5.66	3.73	-1.21
		(4.01)	(2.24)	(2.45)				(2.61)		
4) RK4:	153.63	0.484	-0.150	-0.125	0.960	1.24	0.14	6.14	3.87	-1.20
		(3.91)	(2.37)	(2.31)				(2.46)		
PUJ:										
5) RK1:	60.38	1.428	-0.355	-0.262	0.851	0.99	0.28	2.78	5.45	-1.27
		(3.86)	(0.88)	(2.98)				(3.11)		
6) RK2:	165.30	1.556	-1.213	-0.301	0.849	1.14	0.32	2.13	5.17	-4.09
		(4.78)	(0.70)	(4.06)				(4.23)		
7) RK3:	69.73	1.269	-0.105	-0.225	0.871	1.10	0.24	3.16	5.28	-0.44
		(3.67)	(1.88)	(4.87)				(4.99)		
8) RK4:	45.15	1.495	-0.022	-0.280	0.845	1.12	0.30	2.33	5.34	-0.09
		(3.55)	(0.36)	(2.81)				(2.97)		
MET:										
9) RK1:	53.23	0.224	-0.146	-0.102	0.932	1.20	0.12	7.33	1.87	-1.22
		(3.38)	(1.52)	(1.49)				(1.56)		
10) RK2:	105.40	0.202	-0.597	-0.098	0.930	1.38	0.11	8.09	1.84	-5.42
		(2.89)	(1.27)	(1.38)				(1.49)		
11) RK3:	40.42	0.201	-0.011	-0.096	0.925	1.26	0.11	8.09	1.83	-0.10
		(2.42)	(0.58)	(0.95)				(1.21)		
12) RK4:	42.30	0.210	-0.007	-0.078	0.924	1.27	0.10	9.00	2.10	-0.07
		(2.53)	(0.40)	(1.04)				(1.20)		
MUT:										
13) RK1:	23.33	0.420	-0.147	-0.128	0.972	1.73	0.15	5.66	2.80	-0.98
		(4.60)	(1.90)	(2.62)				(2.81)		
14) RK2:	-14.76	0.463	-0.383	-0.199	0.972	1.60	0.22	3.54	2.10	-1.74
		(5.67)	(1.92)	(3.55)				(3.71)		
15) RK3:	21.76	0.416	-0.028	-0.172	0.973	1.85	0.20	4.00	2.08	-0.14
		(4.78)	(1.90)	(2.76)				(2.91)		
16) RK4:	17.37	0.408	-0.028	-0.161	0.974	1.88	0.18	4.50	2.26	-0.16
		(4.73)	(1.99)	(2.64)				(2.86)		

+): mallissa 4.37 parametrit ovat: $d_o = \nu g$, $d_1 = \alpha g$, $d_2 = \beta g$, $d_3 = \delta - g$

mallissa 4.40 parametrit ovat: $d_o = \nu$, $d_1 = \alpha$, $d_2 = \beta$, $d_3 = \delta - 1$

++): parametrin α estimaatti h:n arvolla yksi on pääomakertoimen K/Q estimaatti, jonka a priori arvot on esitetty luvussa 5.1.2

estimaattiliite

TAULUKKO 5.2.5

Joustava akseleraatiomalli ja rahoituksen saatavuusodotukset

Malli (4.51) $TB_t = a_{50} + a_{51}M_{t_i} + a_{52}\,\Delta Q_t + a_{53}Q_{t-1} + a_{54}IN_{t-1} + a_{55}K_{t-1}$ +)

$K_t^d = \nu + \alpha\, Q_t + \beta\, M_{t_i}^e$, (ks. luku 4.3.2 ja 5.2) ++)

	a_{50}	a_{51}	a_{52}	a_{53}	a_{54}	a_{55}	$\bar{R}$	DW	α (g)	β (v)
TEHD:										
1) RK1:	254.47	-1.047 (2.33)	0.581 (4.92)	0.669 (4.46)	0.503 (3.04)	-0.228 (3.95)	0.967	1.68	0.707 (-0.64)	-0.261 (-2.31)
2) RK2:	645.62	-4.081 (2.06)	0.705 (6.24)	0.686 (4.33)	0.433 (2.61)	-0.250 (3.90)	0.965	1.65	0.279 (0.97)	-0.047 (-15.05)
3) RK3:	217.61	-0.150 (2.38)	0.552 (4.51)	0.598 (4.20)	0.461 (2.86)	-0.120 (3.67)	0.967	1.78	0.020 (0.99)	-0.007 (-20.3)
4) RK4:	189.53	-0.132 (2.37)	0.561 (4.34)	0.541 (3.96)	0.477 (2.94)	-0.184 (3.56)	0.967	1.75	0.010 (0.96)	-0.043 (-13.1)
PUJ:										
5) RK1:	2.39	-0.338 (0.30)	1.101 (4.14)	1.458 (3.76)	0.690 (4.63)	-0.294 (3.35)	0.910	1.62	0.352 (1.32)	-0.084 (3.12)
6) RK2:	94.56	-1.840 (1.28)	0.912 (3.39)	1.342 (3.90)	0.646 (4.56)	-0.275 (3.73)	0.918	1.60	0.385 (1.47)	-0.528 (2.37)
7) RK3:	28.08	-0.081 (1.84)	0.854 (3.38)	1.431 (4.49)	0.653 (4.72)	-0.208 (4.05)	0.926	2.07	0.434 (1.67)	-0.024 (1.96)
8) RK4:	22.16	-0.080 (2.16)	0.828 (3.40)	1.385 (4.46)	0.636 (4.91)	-0.268 (3.94)	0.930	2.11	0.425 (1.67)	-0.024 (1.95)
MET:										
9) RK1:	46.39	-0.175 (1.56)	0.200 (2.50)	0.206 (2.23)	0.220 (0.90)	-0.079 (1.10)	0.928	1.60	0.010 (1.01)	-0.010 (2.30)
10) RK2:	99.24	-0.440 (0.60)	0.251 (2.93)	0.228 (1.92)	0.259 (0.60)	-0.102 (1.06)	0.918	1.51	0.265 (0.90)	-0.137 (-1.8)
11) RK3:	33.81	-0.012 (0.40)	0.209 (2.15)	0.181 (1.86)	0.205 (0.61)	-0.054 (1.10)	0.918	1.60	0.390 (0.86)	-0.026 (-0.53)
12) RK4:	26.00	-0.017 (0.46)	0.212 (2.20)	0.164 (1.52)	0.252 (0.50)	-0.121 (1.03)	0.918	1.54	0.210 (0.77)	-0.038 (-0.10)
MUT:										
13) RK1:	36.01	-0.286 (1.30)	0.329 (2.31)	0.425 (3.67)	0.179 (1.87)	-0.137 (2.56)	0.971	1.98	0.204 (1.29)	-0.137 (1.61)
14) RK2:	-8.46	-0.346 (1.36)	0.479 (4.36)	0.422 (3.46)	0.225 (1.20)	-0.141 (2.43)	0.969	1.96	0.439 (0.88)	-0.535 (-0.89)
15) RK3:	30.57	-0.038 (1.72)	0.358 (2.83)	0.437 (3.78)	0.205 (1.52)	-0.142 (2.67)	0.971	1.99	0.193 (1.22)	-0.017 (1.85)
16) RK4:	24.76	-0.036 (1.46)	0.358 (2.99)	0.428 (3.74)	0.109 (1.50)	-0.135 (2.56)	0.972	2.01	0.230 (1.20)	-0.019 (1.55)

+): $a_{50} = \nu\, gv$, $a_{51} = \beta\, gv$, $a_{52} = \alpha\, g$, $a_{53} = \alpha\, gv$, $a_{54} = (1-g)(1-v)$, $a_{55} = \delta - gv$

++): parametrien α ja β estimaattien alla ovat suluissa sopeutuskertoimen (g) ja rahoituksen saatavuuden odotuskertoimen (v) estimaatit.

TAULUKKO: 5.2.6

Joustava akseleraatioperiaate: tuotannon odotukset ja rahoituksen saatavuus

Malli (4.41) $IB_t = a_o + a_1 Q_t^e + a_2 M_{t_i} + a_3 K_{t-1}$ $^{+)}$ iteratiivisesti estimoituna (ks. luku 5.1.1)

$K_t^d = \gamma + \alpha Q_t^e + \beta M_{t_i}$ ja $Q_t^e - Q_{t-1}^e = h(Q_t - Q_{t-1}^e)$

	a_o	a_1	a_2	a_3	$\bar{R}_{max}$	DW	h_{max}	α	β	g	KV	$\bar{R}_{min}$	$h_{min}^{++)}$
TEHD:													
1) RK1:	219.07	0.458	-2.029	-0.102	0.936	1.26	0.9	4.49	-19.89	0.12	7.50	0.916	0.3
		(2.63)	(4.02)	(1.52)							(1.67)		
2) RK4:	556.37	0.468	-0.225	-0.189	0.941	1.39	0.2	2.48	-1.35	0.21	8.28	0.926	0.5
		(2.09)	(3.88)	(1.43)							(1.56)		
PUJ:													
3) RK1:	80.06	0.986	-0.884	-0.172	0.767	1.20	0.9	5.73	-5.14	0.19	4.91	0.726	0.3
		(1.94)	(2.00)	(1.34)							(1.49)		
4) RK4:	91.60	0.711	-0.157	-0.113	0.793	1.40	0.8	6.29	-1.39	0.13	6.95	0.786	0.3
		(1.20)	(2.64)	(1.30)							(1.45)		
MET:													
5) RK1:	237.50	0.330	-0.246	-0.246	0.924	1.30	0.2	1.34	-1.00	0.26	6.84	0.908	0.5
		(1.96)	(2.40)	(1.42)							(1.59)		
6) RK4:	259.78	0.365	-0.028	-0.285	0.918	1.26	0.2	1.28	-0.10	0.30	6.33	0.897	0.8
		(2.10)	(1.97)	(1.60)							(1.74)		
MUT:													
7) RK1:	27.20	0.390	-0.664	-0.107	0.963	1.92	0.8	3.64	-6.20	0.12	12.13	0.940	0.1
		(3.41)	(3.89)	(1.81)							(1.93)		
8) RK4:	-4.01	0.327	-0.080	-0.110	0.959	1.88	0.8	2.97	-0.72	0.13	10.69	0.942	0.1
		(2.78)	(3.39)	(1.24)							(1.37)		

+): $a_o = g\gamma$, $a_1 = g\alpha$, $a_2 = g\beta$, $a_3 = \delta - g$

Kaikki RK-muuttujat ovat vuodella viivästettyjä ts. RKi_{t-1}, $i = 1,\dots,4$

++): parametrien α, β, g ja KV estimaatit on laskettu sillä h:n arvolla, jolla korrelaatiokerroin ($\bar{R}$) maksimoituu; $\bar{R}_{max}$ on siis saatu h_{max} arvolla.

TAULUKKO: 5.3.3

Uusklassinen teoria, malli (2.23), luku 2.3, viivästysfunktion

$$u(L) = \frac{s_0 + s_1 L + s_2 L^2}{1 + w_1 L + w_2 L^2} \quad \text{estimaatti;} \quad c_1 = q(r + \delta) - \frac{\Delta q}{q} \; ; \; c_2 = r$$

TEHDASTEOLLISUUS

$$c_1 : u(L) = \frac{0.446 + 0.267L + 0.655L^2}{1 + 0.368L} \; ; \; c_1 : u(L) = \frac{0.387 + 0.232L + 0.618L^2}{1 + 0.492L - 0.255L^2}$$

$$c_2 : u(L) = \frac{0.422 + 0.359L + 0.614L^2}{1 + 0.395L} \; ; \; c_2 : u(L) = \frac{0.384 + 0.299L + 0.479L^2}{1 + 0.369L - 0.243L^2}$$

PUUNJALOSTUSTEOLLISUUS

$$c_1 : u(L) = \frac{0.669 + 0.525L + 0.594L^2}{1 + 0.789L} \; ; \; c_1 : u(L) = \frac{0.555 + 0.472L + 0.479L^2}{1 + 0.632L - 0.261}$$

$$c_2 : u(L) = \frac{0.640 + 0.704L + 0.451L^2}{1 + 0.795L} \; ; \; c_2 : u(L) = \frac{0.453 + 0.410L + 0.354L^2}{1 + 0.506L - 0.289L^2}$$

METALLITEOLLISUUS

$$c_1 : u(L) = \frac{0.490 + 0.256L + 0.435L^2}{1 + 0.182L} \; ; \; c_1 : u(L) = \frac{0.363 + 0.231L + 0.349L^2}{1 + 0.182L - 0.238L^2}$$

$$c_2 : u(L) = \frac{0.345 + 0.640L + 0.216L^2}{1 + 0.210L} \; ; \; c_2 : u(L) = \frac{0.281 + 0.545L + 0.185L^2}{1 + 0.209L - 0.198L^2}$$

MUU TEHDASTEOLLISUUS

$$c_1 : u(L) = \frac{0.436 + 0.300L + 0.521L^2}{1 + 0.256L} \; ; \; c_1 : u(L) = \frac{0.400 + 0.233L + 0.479L^2}{1 + 0.502L - 0.389L^2}$$

$$c_2 : u(L) = \frac{0.424 + 0.422L + 0.631L^2}{1 + 0.477L} \; ; \; c_2 : u(L) = \frac{0.306 + 0.326L + 0.519L^2}{1 + 0.468L - 0.317L^2}$$

TAULUKKO: 5.3.4.

Uusklassinen teoria

$c = q(r+\delta) - (\Delta q/q)$, viivästysrakenne yhdistetystä sopeutus- ja odotusmallista (luku 4.2, yhtälö 4.26). - $K_t^d = a \left(\frac{p_t Q_t}{c_t}\right)^e = a\, PQC_t^e$, jossa

$PQC_t = \frac{p_t Q_t}{c_t}$ ja $PQC_t^e - PQC_{t-1}^e = h_h (PQC_t - PQC_{t-1}^e)$ ja

$IB_t = ä_o + ä_1 \Delta \frac{p_t Q_t}{c_t} + ä_2 IN_{t-1} + ä_3 IN_{t-2} + ä_4 K_{t-1}$

Regressiokertoimien estimaatit :

3)	$ä_o$	$ä_1$	$ä_2$	$ä_3$	$ä_4 = \delta$	$\bar{R}$	DW	a 1)	$g_{1,2} = h_{u_{1,2}}$ 2)
TEHD:	73.51	1.488	0.904	-0.318	0.020	0.935	2.08	2.06	0.787 ja 0.309
		(2.90)	(2.24)	(1.28)	(3.28)				
PUJ:	50.21	2.995	0.657	-0.312	0.018	0.864	1.78	3.74	1.374 ja -0.031
		(3.50)	(2.52)	(1.13)	(1.44)				
MET:	-11.81	0.734	0.294	-0.20 7	0.053	0.943	1.82	0.82	2.110 ja -0.807
		(4.09)	(1.46)	(1.18)	(3.66)				
MUT:	-60.39	0.649	0.378	-0.413	0.081	0.941	2.01	3.11	1.830 ja -0.168
		(1.77)	(1.41)	(1.44)	(3.28)				

1): tuotannon jousto pääoman suhteen ; $F(Q,K,L) = A\, K^a L^b$

2): ks. luku 4.2: estimaattiparin $g_{1,2}$ ja $h_{1,2}$ laskeminen

3): $KV = \frac{1-g}{g} + \frac{1-h}{h} = \frac{1-0.787}{0.787} + \frac{1-0.309}{0.309} = 2.51$.-Viivästysfunktion kuva ja esitetty kuviossa 5.3.3, (graafiliite).

TAULUKKO: 5.4.2.

Odotetun kannattavuuden hypoteesi

$K_t^d = \alpha_3 EP_t^e$ (luku 3.2.2) ja $EP_t^e - EP_{t-1}^e = h_e (EP_t - EP_{t-1}^e)$.

Viivästysrakenne yhdistetystä sopeutus- ja odotusmallista (luku 4.2 , yhtälö 4.28).

$$IB_t = a_o + a_1 \Delta EP_t + a_2 \Delta IN_{t-1} + a_3 IN_{t-1} + a_4 K_{t-1}$$

Regressiokertoimien ja struktuurimuodon parametrien estimaatit:

	a_o	a_1	a_2	a_3	$a_4 = \delta$	$\bar{R}$	DW	α_3	$g_{1,2} = h_{e_{1,2}}$
TEHD:	-123.76	1.094	0.368	0.549	0.052	0.934	1.82	2.42	1.485 ja -0.401
		(2.47)	(1.18)	(1.71)	(2.76)				
PUJ:	7.04	0.164	0.272	0.654	0.038	0.788	1.76	0.48	1.532 ja -0.458
		(1.46)	(0.70)	(2.37)	(2.21)				
MET:	-29.34	0.195	0.176	0.556	0.050	0.940	1.99	0.44	1.686 ja -0.418
		(4.13)	(1.47)	(2.53)	(4.21)				

MUT: parametrin α_3 estimaatti negatiivinen ; a priori $\alpha_3 > 0$, koska $K^d = \alpha_3 EP_t^e$

TAULUKKO: 5.4.3.

Odotetun kannattavuuden hypoteesi

$K_t^d = \alpha_3 EP_t^e$ (ks. luku 3.2.2) ja $EP_t^e - EP_{t-1}^e = h_e (EP_t - EP_{t-1}^e)$

$IB_t = ä_o + ä_1 \, EP_t^e + ä_2 \, K_{t-1}$. - Iteratiivisen estimoinnin tulokset:

$h_e = 0.1, 0.2, \ldots, 0.9$ (ks. luvut 4.2 ja 5.1.1, 5.1.3).

	$ä_o$	$ä_1$	$ä_2$	$\bar{R}_{max}$ 1)	DW	$h_{e,max}$ 1)	δ_a	g	KV	$\bar{R}_{min}$ 2)	$h_{e,min}$ 2)
TEHD:	-289.45	5.588	0.067	0.908	0.96	0.2	0.016	negat.		0.887	0.8
		(2.95)	(8.24)								
PUJ:	-322.36	13.571	-0.051	0.832	0.90	0.9	0.017	0.068	14.0	0.807	0.2
		(4.47)	(1.90)								
MET:	-69.20	0.716	0.068	0.898	0.99	0.2	0.016	negat.		0.888	0.7
		(1.52)	(5.21)								
MUT:	116.63	0.699	-0.085	0.926	1.34	0.2	0.016	0.111	13.0	0.925	0.8
		(0.54)	(9.61)								

1): $\bar{R}_{max}$ saatu h_e:n arvolla $h_{e,max}$; $ä_o, ä_1, ä_2$, DW, g ja KV saatu $h_{e,max}$ arvolla

2): $\bar{R}_{min}$ saatu h_e:n arvolla $h_{e,min}$

TAULUKKO: 5.5.2.

Joustava akseleraatioteoria

$K_t^d = \alpha Q_t^e$ (luku 3.2.1) ja $Q_t^e - Q_{t-1}^e = h\ (\ Q_t - Q_{t-1}^e\ )$. – Viivästysrakenne yhdistetystä sopeutus- ja odotusmallista (luku 4.2 , yhtälö 4.28).

$$IB_t = a_o + a_1 \Delta Q_t + a_2 \Delta IN_{t-1} + a_3 IN_{t-1} + a_4 K_{t-1}$$

Regressiokertoimien ja struktuurimuodon parametrien estimaatit:

	a_o	a_1	a_2	a_3	$a_4 = \delta$	$\bar{R}$	DW	α	$g_{1,2} = h_{1,2}$
TEHD:	-5.17	0.468	0.488	0.338	0.042	0.940	2.15	0.71	1.448 ja -0.274
		(2.92)	(1.85)	(1.34)	(2.46)				
PUJ:	31.64	0.305	0.383	0.449	0.041	0.765	1.62	0.55	1.613 ja -0.249
		(0.61)	(0.86)	(1.86)	(2.16)				
MET:	akseleraattorin α estimaatti negatiivinen ; a priori $\alpha > 0$.								
MUT:[1]	-37.48	0.321	0.295	0.162	0.061	0.951	1.76	0.98	1.261 ja 0.293
		(2.38)	(1.11)	(1.46)	(2.29)				

1): KV = 2.20 (vuosissa)

TAULUKKO: 5.5.3.

Joustava akseleraatioteoria

MUU TEHDASTEOLLISUUS: yhtälö 0.0.0 (luku 3.2.1)

(5.5.1.) $$IB_t = 31.19 + \underset{(5.50)}{0.450}\, Q_t - \underset{(3.71)}{0.154}\, K_{t-1} \qquad \bar{R} = 0.973, \quad DW = 1.78$$

$$\alpha_a = 2.30 \Rightarrow est(g) = \underset{(1.76)}{0.196} \text{ ja } est(\delta) = \underset{(2.22)}{0.042}\,; \quad KV = 4.10$$

$$\delta_a = 0.016 \Rightarrow est(g) = \underset{(1.83)}{0.170} \text{ ja } est(\alpha) = \underset{(2.73)}{2.64}\,; \quad KV = 4.88$$

(5.5.2.) $$IB_t = 17.53 + \underset{(3.87)}{0.412}\, Q_t + \underset{(1.99)}{0.261}\, NLCU_{t-1} - \underset{(2.22)}{0.127}\, K_{t-1} \qquad \bar{R} = 0.972, \quad DW = 1.78$$

$$\alpha_a = 2.30 \Rightarrow est(g) = \underset{(1.87)}{0.180} \text{ ja } est(\delta) = \underset{(2.36)}{0.053}\,; \quad KV = 4.56$$

$$\delta_a = 0.016 \Rightarrow est(g) = \underset{(1.67)}{0.143} \text{ ja } est(\alpha) = \underset{(2.11)}{2.88}\,; \quad KV = 5.98$$

(5.5.3.) $$IB_t = 24.56 + \underset{(5.62)}{0.436}\, Q_t + \underset{(1.87)}{0.349}\, CU_{t-1} - \underset{(3.45)}{0.139}\, K_{t-1} \qquad \bar{R} = 0.975, \quad DW = 1.97$$

$$\alpha_a = 2.30 \Rightarrow est(g) = \underset{(1.92)}{0.190} \text{ ja } est(\delta) = \underset{(2.41)}{0.051}\,; \quad KV = 4.26$$

$$\delta_a = 0.016 \Rightarrow est(g) = \underset{(1.63)}{0.155} \text{ ja } est(\alpha) = \underset{(2.93)}{2.81}\,; \quad KV = 5.45$$

TAULUKKO: 5.5.4.

Joustava akseleraatioteoria

$K_t^d = \alpha Q_t^e$ (luku 3.2.1) ja $Q_t^e - Q_{t-1}^e = h \,(Q_t - Q_{t-1}^e)$

$IB_t = a_o + a_1 Q_t^e + a_2 K_{t-1}$. – Iteratiivisen estimoinnin tulokset:

$h = 0.1, 0.2, \ldots, 0.9$ (ks. luvut 4.2 ja 5.1.1 sekä 5.1.3)

	a_o	a_1	a_2	$\bar{R}_{max}$ 1)	DW	h_{max} 1)	δ_a	g	KV 2)	$\bar{R}_{min}$ 3)	h_{min} 3)
TEHD:	124.32	0.675 (2.38)	−0.319 (1.92)	0.897	1.72	0.2	0.016	0.335	5.98	0.865	0.5
PUJ:	24.82	1.279 (2.47)	−0.256 (1.98)	0.726	1.81	0.9	0.017	0.273	2.77	0.636	0.3
MET:	26.42	0.371 (1.99)	−0.296 (1.55)	0.905	1.73	0.2	0.016	0.312	6.20	0.885	0.7
MUT:	−20.34	0.270 (1.88)	−0.112 (1.71)	0.937	1.89	0.9	0.016	0.128	6.92	0.925	0.4

1): $\bar{R}_{max}$ saatu h:n arvolla h_{max} ; a_o, a_1, a_2, DW, g ja KV saatu h_{max} arvolla.

2): $KV = \dfrac{1 - h}{h} + \dfrac{1 - g}{g}$

3): $\bar{R}_{min}$ saatu h:n arvolla h_{min}

TAULUKKO: (7.1.5)´

Uusklassisen teorian pohjalta logaritmisessa muodossa estimoituja malleja, ks. taulukko 7.1.5 tekstin yhteydessä.[1)]

Tehdasteollisuus

Selitettävä muuttuja	vakio	Selittävät muuttujat: $\Delta\log(\frac{p_tQ_t}{c_t})$	$\Delta\log(\frac{p_{t-1}Q_{t-1}}{c_{t-1}})$	$\Delta\log(\frac{p_{t-2}Q_{t-2}}{c_{t-2}})$	$\Delta\log K_{t-1}$	$\Delta\log K_{t-2}$	$\log K_{t-1}$	$\bar{R}$	DW
A):1) $c=c_1$									
$\Delta\log K_t$	0.0095	0.021	0.030	0.025	0.554			0.641	1.99
		(1.10)	(1.65)	(1.26)	(3.10)				
A):2) $c=c_1$									
$\Delta\log K_t$	0.0064	0.022	0.031	0.026	0.533	0.236		0.615	1.96
		(1.06)	(1.52)	(1.22)	(2.31)	(1.14)			
A):6) $c=c_2$									
$\Delta\log K_t$	0.0067	0.024	0.038		0.593			0.678	2.10
		(1.21)	(2.10)		(3.51)				
B):7) $c=c_1$									
$\Delta\log IB_t$	-0.072	0.594	0.404	0.739	-7.186	-2.315	0.224	0.755	1.91
		(2.28)	(1.60)	(2.42)	(2.44)	(1.78)	(2.95)		
B):8) $c=c_1$									
$\Delta\log IB_t$	-0.072	0.654	0.483	0.773	-8.447		0.215	0.762	1.81
		(2.66)	(2.12)	(2.59)	(3.48)		(2.91)		
B):10) $c=c_2$									
$\Delta\log IB_t$	-0.041	0.648	0.498	0.364	-6.475	-2.126	0.144	0.742	1.93
		(2.09)	(1.64)	(1.44)	(2.04)	(1.70)	(1.96)		
B):12) $c=c_2$									
$\Delta\log IB_t$	-0.027	0.533	0.707		-6.617		0.099	0.747	1.85
		(1.96)	(2.81)		(2.80)		(1.54)		

1): $c_1 = q\,(r + \delta) - (\Delta q/q)$, $c_2 = r$; parametriestimaattien alla ovat suluissa näiden t-lukujen itseisarvot

TAULUKKO: (7.1.6)'

Tehdasteollisuus

Uusklassisen teorian pohjalta logaritmisessa muodossa estimoituja malleja, ks. taulukko 7.1.6 tekstin yhteydessä. - $c = q\ (r + \delta) - (\Delta q/q)$

Selitettävä muuttuja	vakio	Selittävät muuttujat $\log(\frac{p_t}{c_t})$	$\Delta\log(\frac{p_{t-1}}{c_{t-1}})$	$\Delta\log(\frac{p_{t-2}}{c_{t-2}})$	$\Delta\log Q_t$	$\Delta\log Q_{t-1}$	$\Delta\log Q_{t-2}$	$\Delta\log K_{t-1}$	$\Delta\log K_{t-2}$	$\log K_{t-1}$	$\bar{R}$ 1)
A):1): $\Delta\log K_t$	0.0052	0.017	0.018	0.025	0.093	0.039	0.042	0.592			0.725
		(0.98)	(1.27)	(1.37)	(2.19)	(1.31)	(1.52)	(3.20)			(2.05)
A):4): $\Delta\log K_t$	0.0039	0.020	0.018		0.106	0.061		0.621			0.729
		(1.25)	(1.36)		(2.73)	(1.87)		(3.80)			(2.11)
B):5): $\Delta\log IB_t$	-0.031	0.504	0.242		2.095	0.862		-4.805	-1.276	0.096	0.823
		(2.25)	(1.31)		(4.30)	(1.61)		(1.74)	(1.43)	(1.63)	(1.78)
B):6): $\Delta\log IB_t$	-0.029	0.535	0.223		2.122	1.001		-5.593		0.089	0.833
		(2.59)	(1.18)		(4.51)	(2.30)		(2.76)		(1.62)	(1.62)

1): korrelaatiokertoimen $\bar{R}$ alla on suluissa mallin DW-luku.

Kuvio: 5.3.2.a

Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit

Uusklassinen teoria: $c = r\ (= c_2)$ ja $K^d = a\,\frac{pQ}{c}$

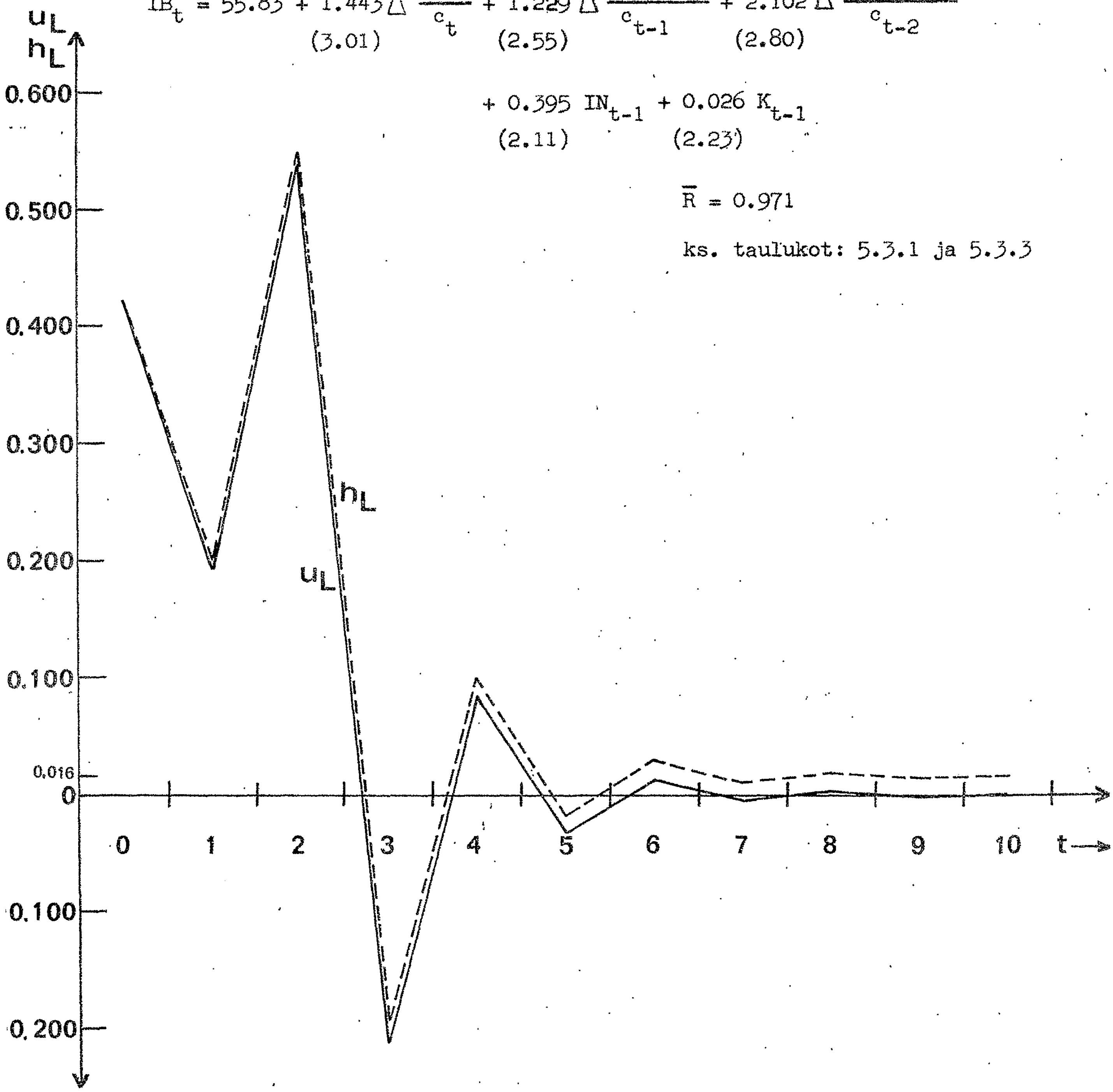
TEHDASTEOLLISUUS

$$IB_t = 55.83 + \underset{(3.01)}{1.443}\,\Delta\frac{p_tQ_t}{c_t} + \underset{(2.55)}{1.229}\,\Delta\frac{p_{t-1}Q_{t-1}}{c_{t-1}} + \underset{(2.80)}{2.102}\,\Delta\frac{p_{t-2}Q_{t-2}}{c_{t-2}}$$

$$+ \underset{(2.11)}{0.395}\,IN_{t-1} + \underset{(2.23)}{0.026}\,K_{t-1}$$

$\bar{R} = 0.971$

ks. taulukot: 5.3.1 ja 5.3.3



Kuvio: 5.3.3.a Graafiliite

Viivästysfunktioita u (L) ja h (L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. - Uusklassinen teoria: $c = r\ (= c_2)$ ja $K^d = a\ \frac{pQ}{c}$

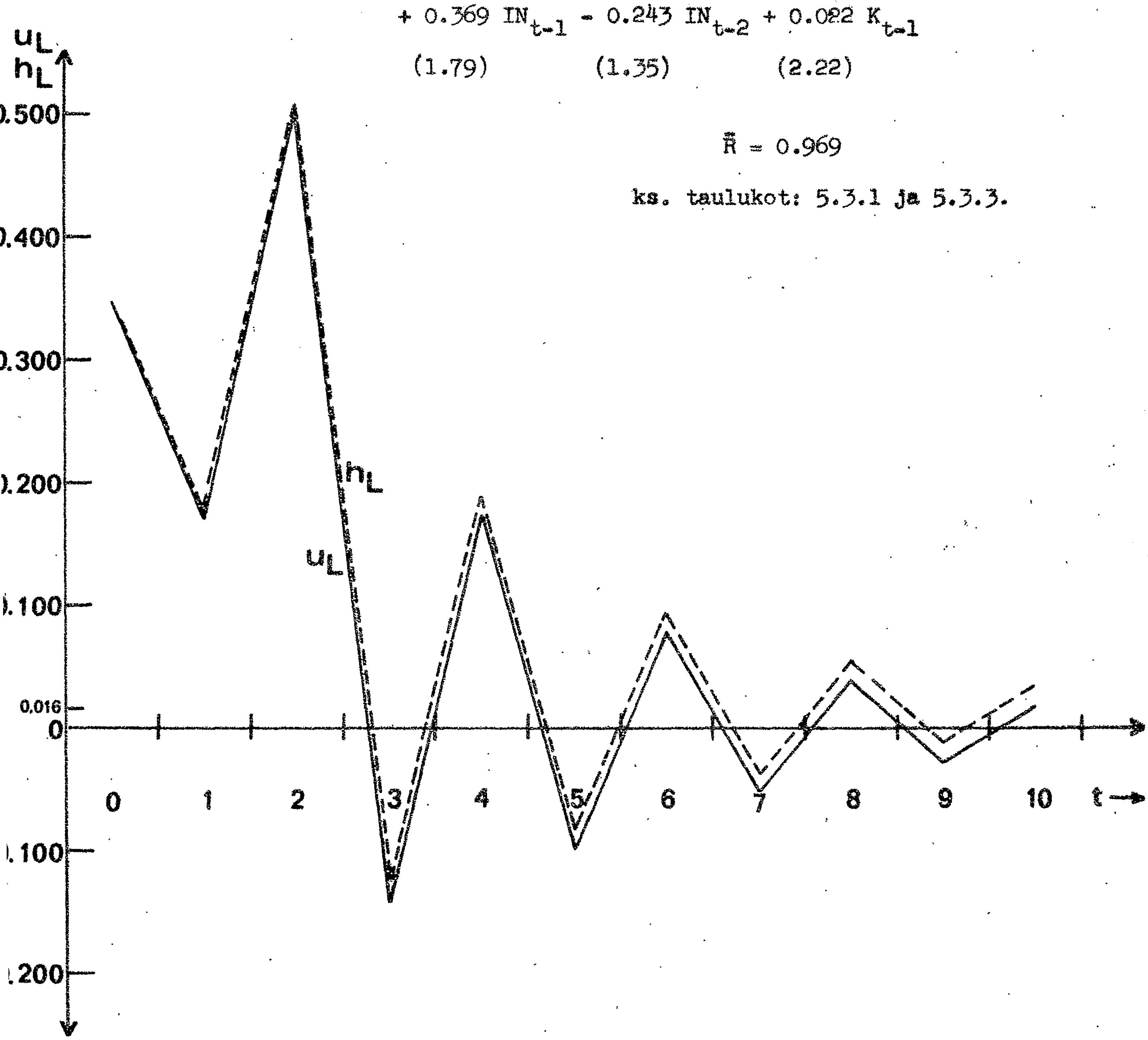
TEHDASTEOLLISUUS

$$IB_t = \underset{}{43.27} + \underset{(2.84)}{1.517}\ \Delta \frac{p_t Q_t}{c_t} + \underset{(2.42)}{1.304}\ \Delta \frac{p_{t-1} Q_{t-1}}{c_{t-1}} + \underset{(2.71)}{2.090}\ \Delta \frac{p_{t-2} Q_{t-2}}{c_{t-2}}$$

$$+ \underset{(1.79)}{0.369}\ IN_{t-1} - \underset{(1.35)}{0.243}\ IN_{t-2} + \underset{(2.22)}{0.022}\ K_{t-1}$$

$\bar{\bar{R}} = 0.969$

ks. taulukot: 5.3.1 ja 5.3.3.



Graafiliite

Kuvio: 5.3.3

Uusklassinen teoria

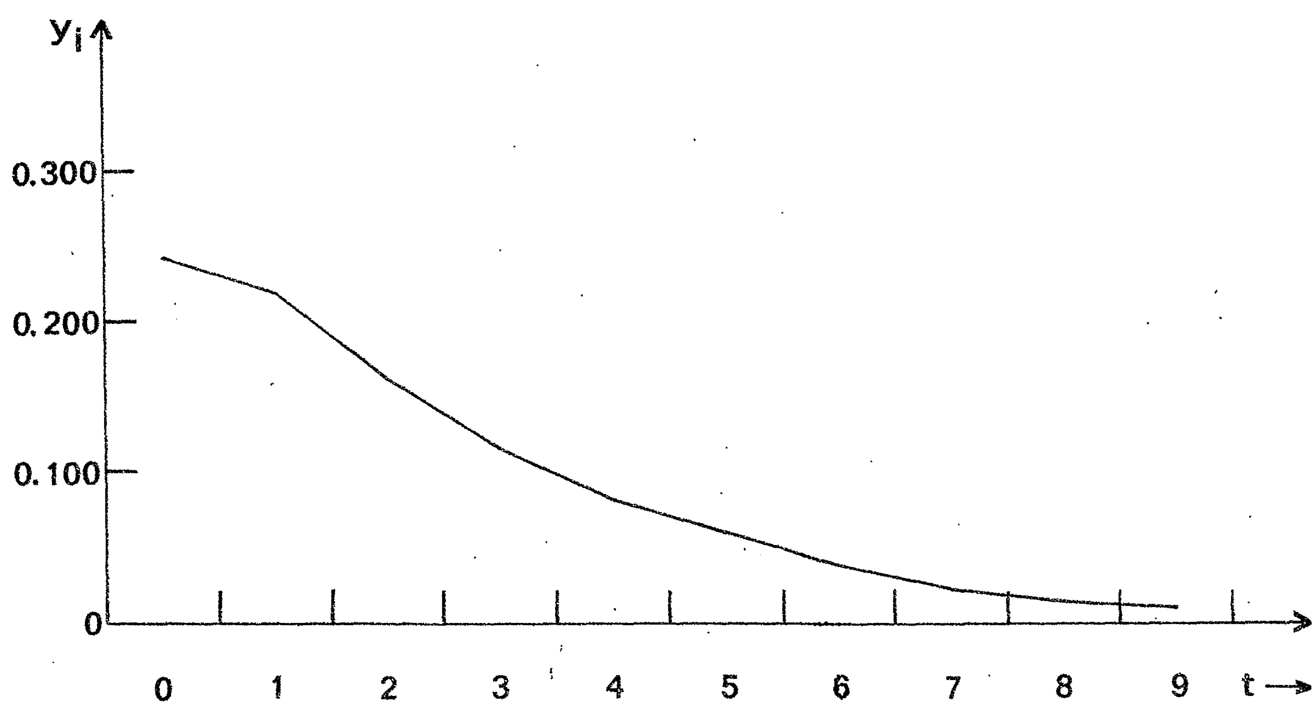
Mallin $IB_t = 73.51 + 1.488 \Delta \frac{p_t Q_t}{c_t} + 0.904\ IN_{t-1} - 0.318\ IN_{t-2} + 0.020\ K_{t-1}$
(2.90) (2.24) (1.28) (3.28)

viivästysfunktio (ks. luku 4.2, yhtälö (4.19)). - Viivästysfunktion yleinen termi $y_i = - \frac{gh}{g-h} \left((1-g)^{i+1} - (1-h)^{i+1} \right)$, $i = 0, 1, 2, 3, \ldots$. -

$g_{1,2} = h_{u_{1,2}} = 0.787$ ja 0.309 (ks. taulukko 5.3.4.)

TEHDASTEOLLISUUS

$\bar{R} = 0.935$
KV = 2.51



Kuvio: 5.3.7.a

Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. - Uusklassinen teoria: $c = q\ (r + \delta) - (\Delta q/q)$ ja $K^d = a\ \frac{pQ}{c}$

METALLITEOLLISUUS

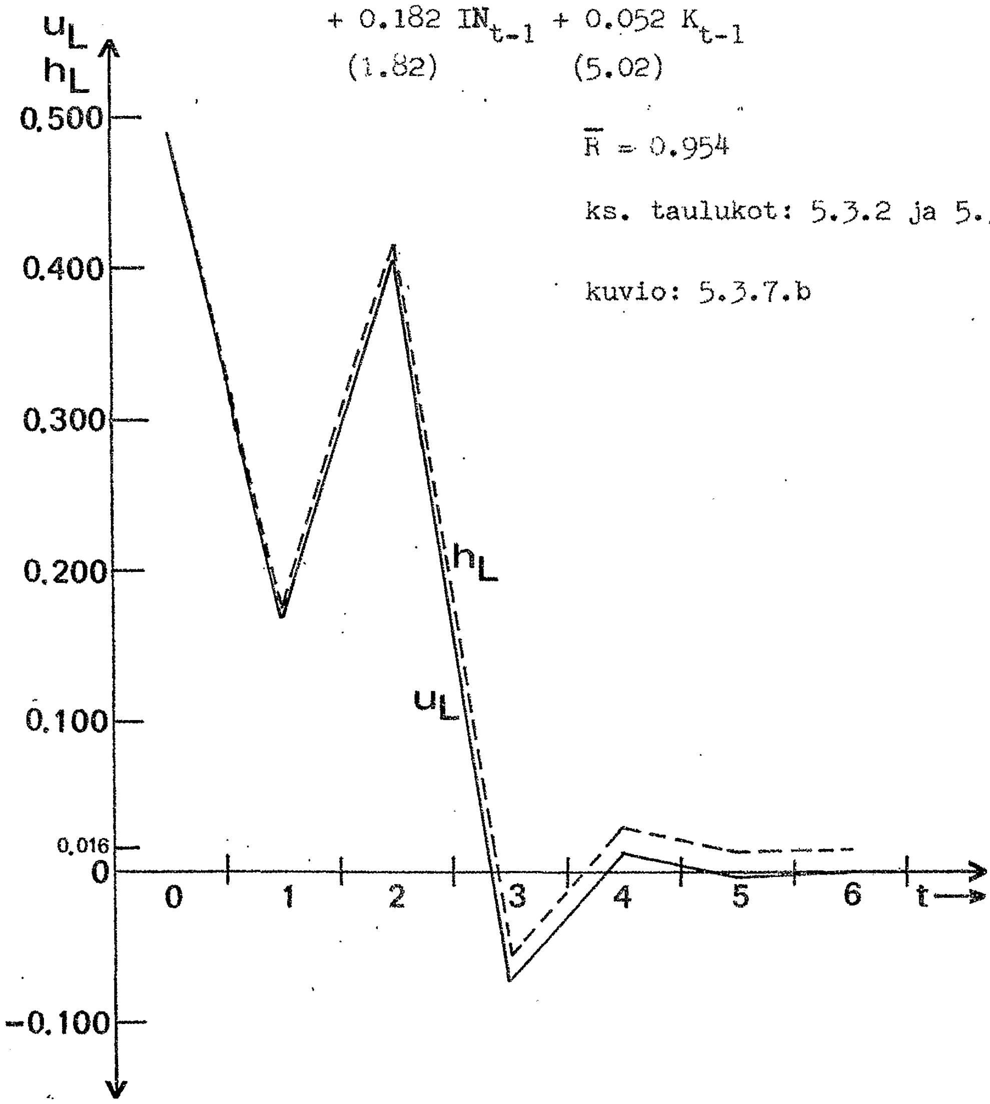
$$IB_t = -\ 11.90 + \underset{(3.03)}{0.671}\ \Delta\ \frac{p_t Q_t}{c_t} + \underset{(1.39)}{0.351}\ \Delta\ \frac{p_{t-1} Q_{t-1}}{c_{t-1}} + \underset{(1.45)}{0.596}\ \Delta\ \frac{p_{t-2} Q_{t-2}}{c_{t-2}}$$

$$+ \underset{(1.82)}{0.182}\ IN_{t-1} + \underset{(5.02)}{0.052}\ K_{t-1}$$

$\bar{R} = 0.954$

ks. taulukot: 5.3.2 ja 5.3.3

kuvio: 5.3.7.b



Kuvio: 5.3.10.a

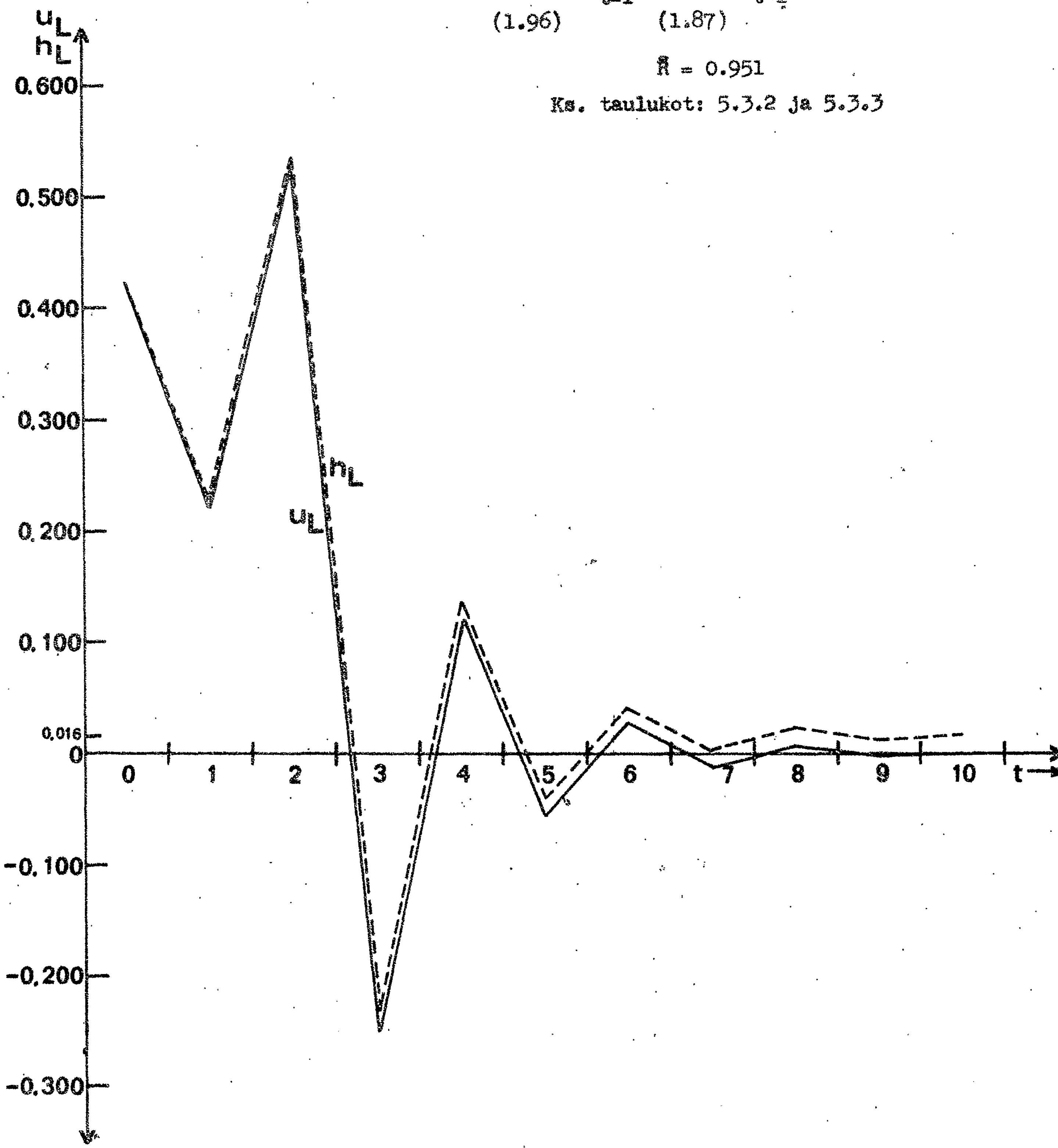
Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. - Uusklassinen teoria: $c = r$ ($= c_2$) ja $K^d = a \frac{pQ}{c}$

MUU TEHDASTEOLLISUUS

$$IB_t = \underset{}{-30.66} + \underset{(1.47)}{1.036} \Delta \frac{p_t Q_t}{c_t} + \underset{(1.59)}{1.030} \Delta \frac{p_{t-1} Q_{t-1}}{c_{t-1}} + \underset{(1.97)}{1.540} \Delta \frac{p_{t-2} Q_{t-2}}{c_{t-2}} + \underset{(1.96)}{0.477}\, IN_{t-1} + \underset{(1.87)}{0.036}\, K_{t-1}$$

$\bar{\bar{R}} = 0.951$

Ks. taulukot: 5.3.2 ja 5.3.3



Kuvio: 5.5.1.a

Joustava akseleraatioperiaate

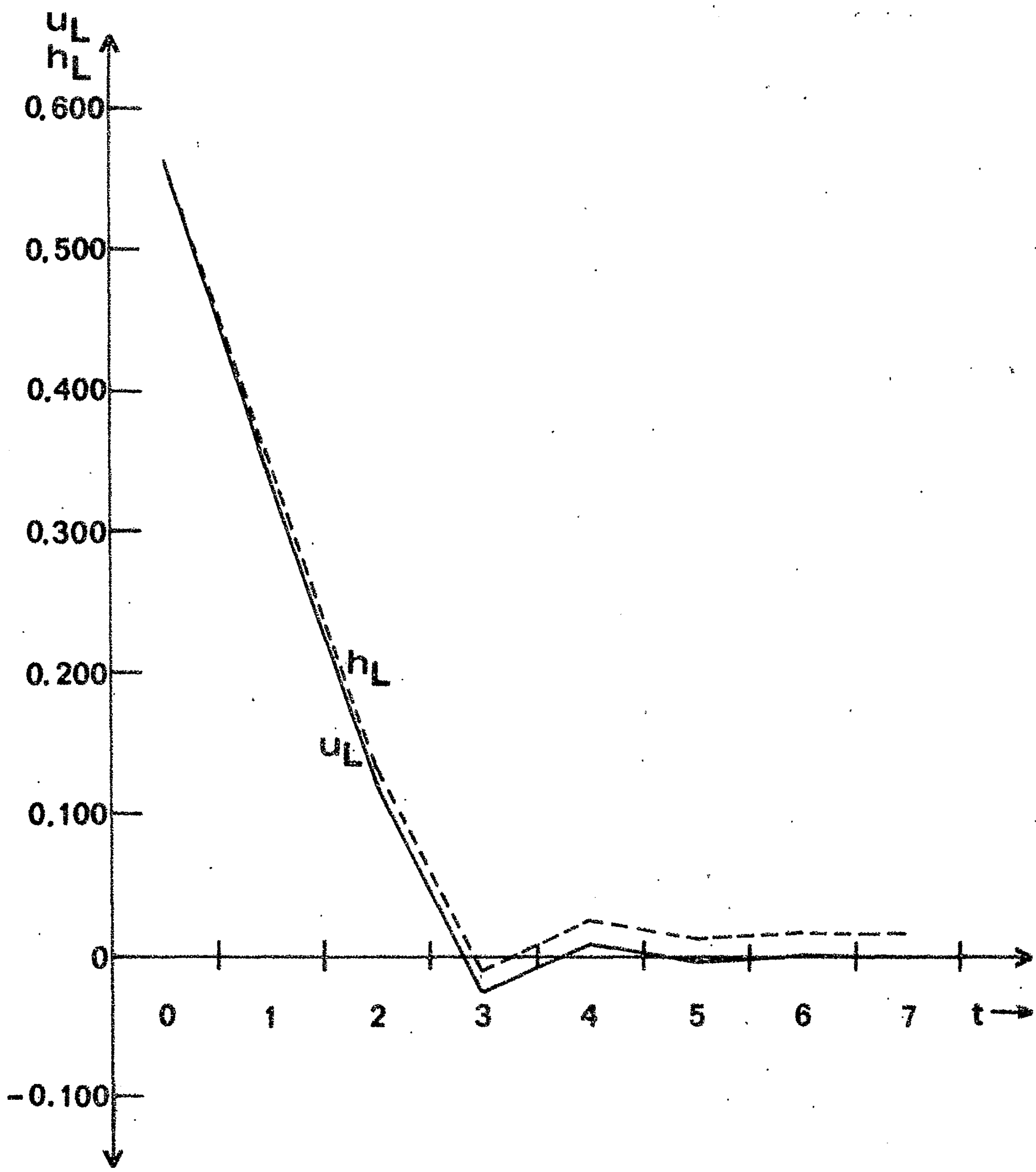
Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. - $K_t^d = \alpha Q_t$

TEHDASTEOLLISUUS

$$IB_t = \underset{}{22.57} + \underset{(3.70)}{0.534}\ \Delta Q_t + \underset{(3.06)}{0.430}\ \Delta Q_{t-1} + \underset{(1.79)}{0.180}\ \Delta Q_{t-2} + \underset{(1.42)}{0.220}\ IN_{t-1} + \underset{(2.35)}{0.029}\ K_{t-1}$$

$\bar{\bar{R}} = 0.953$

ks. taulukko 5.5.1



Kuvio: 5.5.2.a

Joustava akseleraatioperiaate

Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. - $K_t^d = \alpha Q_t$

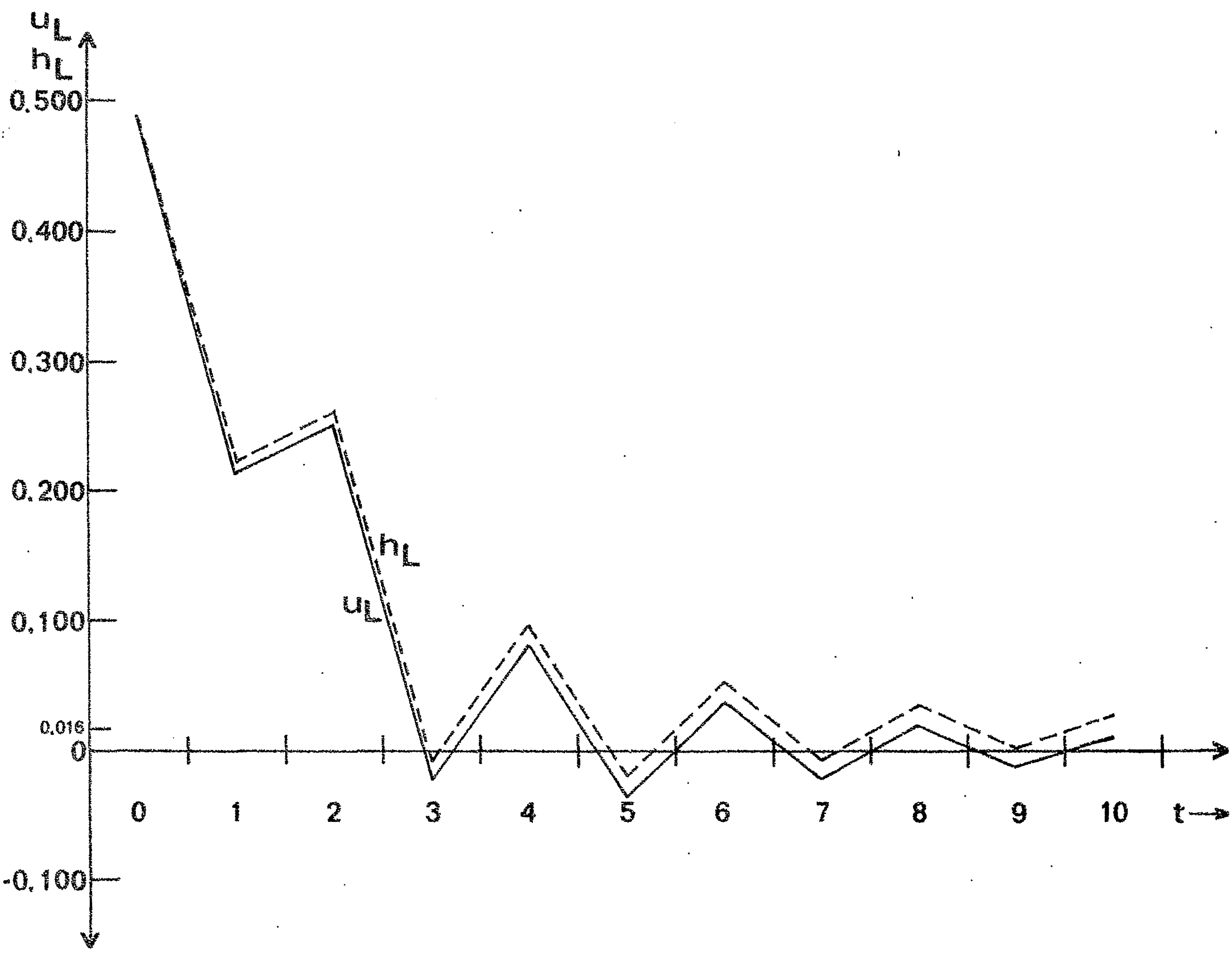
$$IB_t = \underset{}{14.02} + \underset{(3.33)}{0.507} \Delta Q_t + \underset{(2.40)}{0.399} \Delta Q_{t-1} + \underset{(1.81)}{0.188} \Delta Q_{t-2} + \underset{(1.27)}{0.348} IN_{t-1}$$

TEHDASTEOLLISUUS

$$- \underset{(1.37)}{0.294} IN_{t-2} + \underset{(2.01)}{0.034} K_{t-1}$$

$\bar{R} = 0.950$

ks. taulukko: 5.5.1



Graafiliite

Kuvio: 5.5.3.a

Joustava akseleraatioperiaate

Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. - $K_t^d = \alpha Q_t$

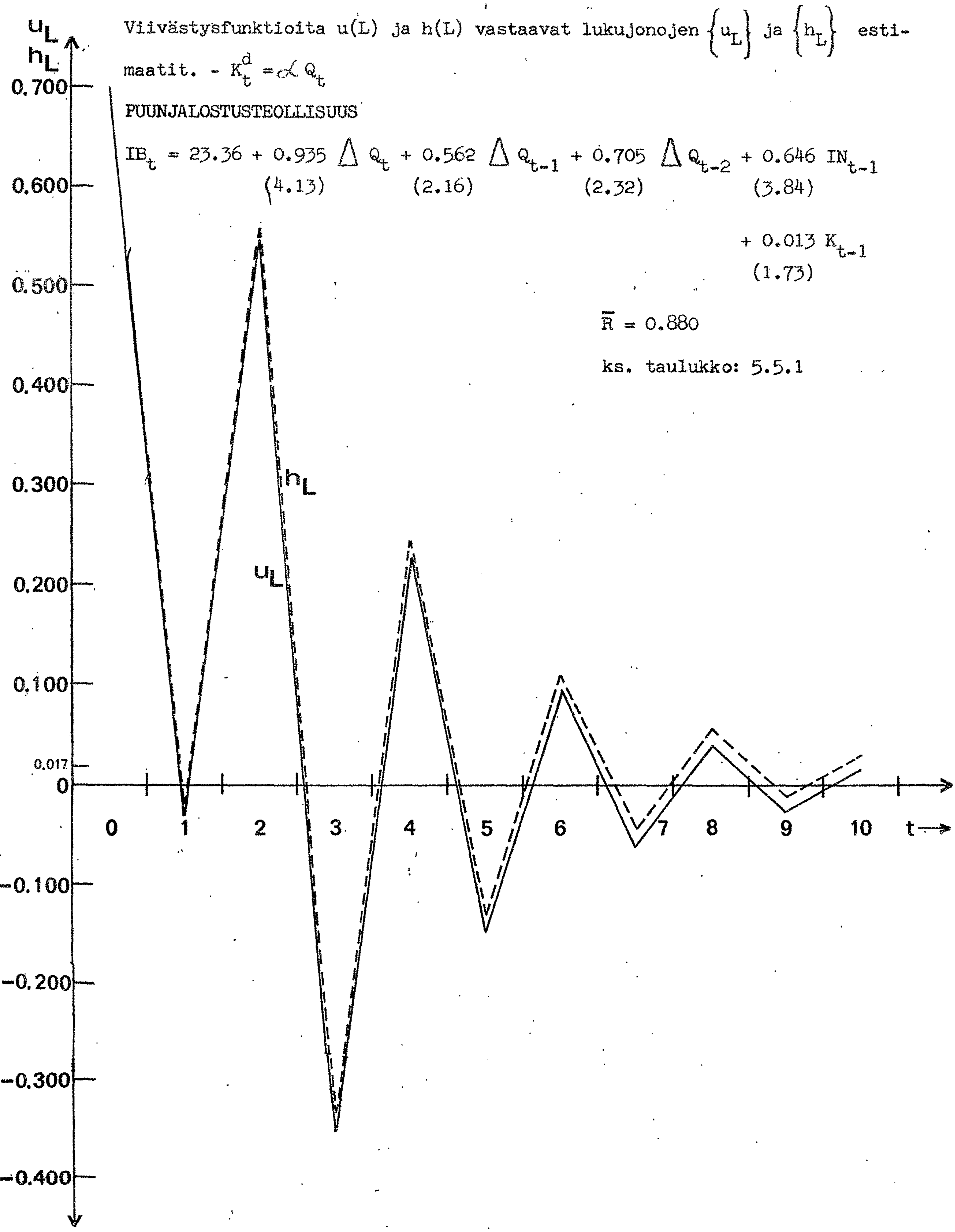
PUUNJALOSTUSTEOLLISUUS

$$IB_t = \underset{(4.13)}{23.36 + 0.935 \Delta Q_t} + \underset{(2.16)}{0.562 \Delta Q_{t-1}} + \underset{(2.32)}{0.705 \Delta Q_{t-2}} + \underset{(3.84)}{0.646\ IN_{t-1}}$$

$$+ \underset{(1.73)}{0.013\ K_{t-1}}$$

$\bar{R} = 0.880$

ks. taulukko: 5.5.1



Kuvio: 5.5.4.a

Joustava akseleraatioperiaate

Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. - $K_t^d = \alpha Q_t$

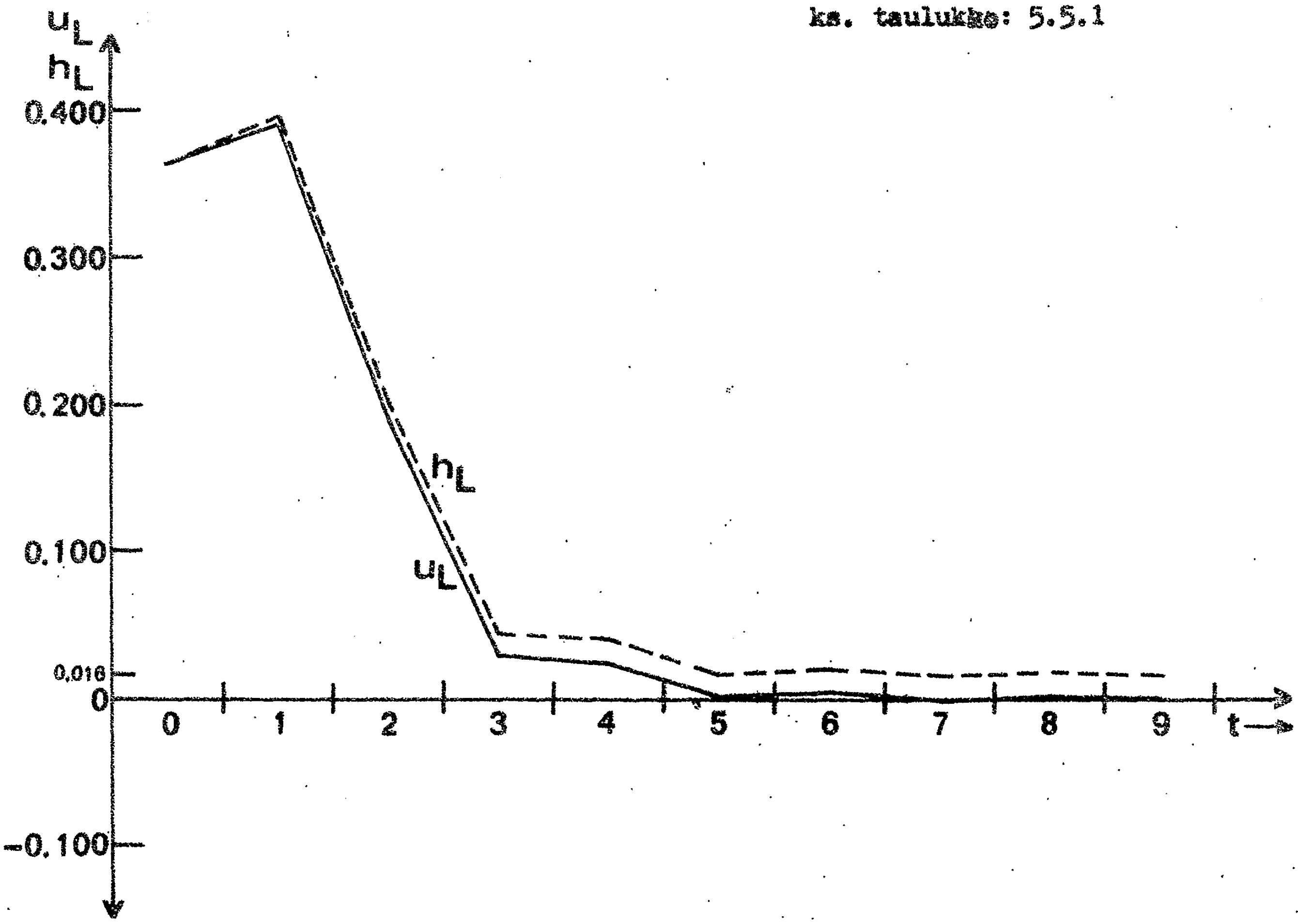
METALLITEOLLISUUS

$$IB_t = -29.01 + \underset{(2.02)}{0.155}\,\Delta Q_t + \underset{(2.72)}{0.193}\,\Delta Q_{t-1} + \underset{(1.21)}{0.085}\,\Delta Q_{t-2} + \underset{(1.30)}{0.171}\,IN_{t-1}$$

$$- \underset{(1.63)}{0.155}\,IN_{t-2} + \underset{(4.38)}{0.070}\,K_{t-1}$$

$\bar{R} = 0.928$

ks. taulukko: 5.5.1



Graafiliite

Kuvio: 5.5.5.a

Joustava akseleraatioperiaate

Viivästysfunktioita u(L) ja h(L) vastaavat lukujonojen $\{u_L\}$ ja $\{h_L\}$ estimaatit. - $K_t^d = \alpha Q_t$

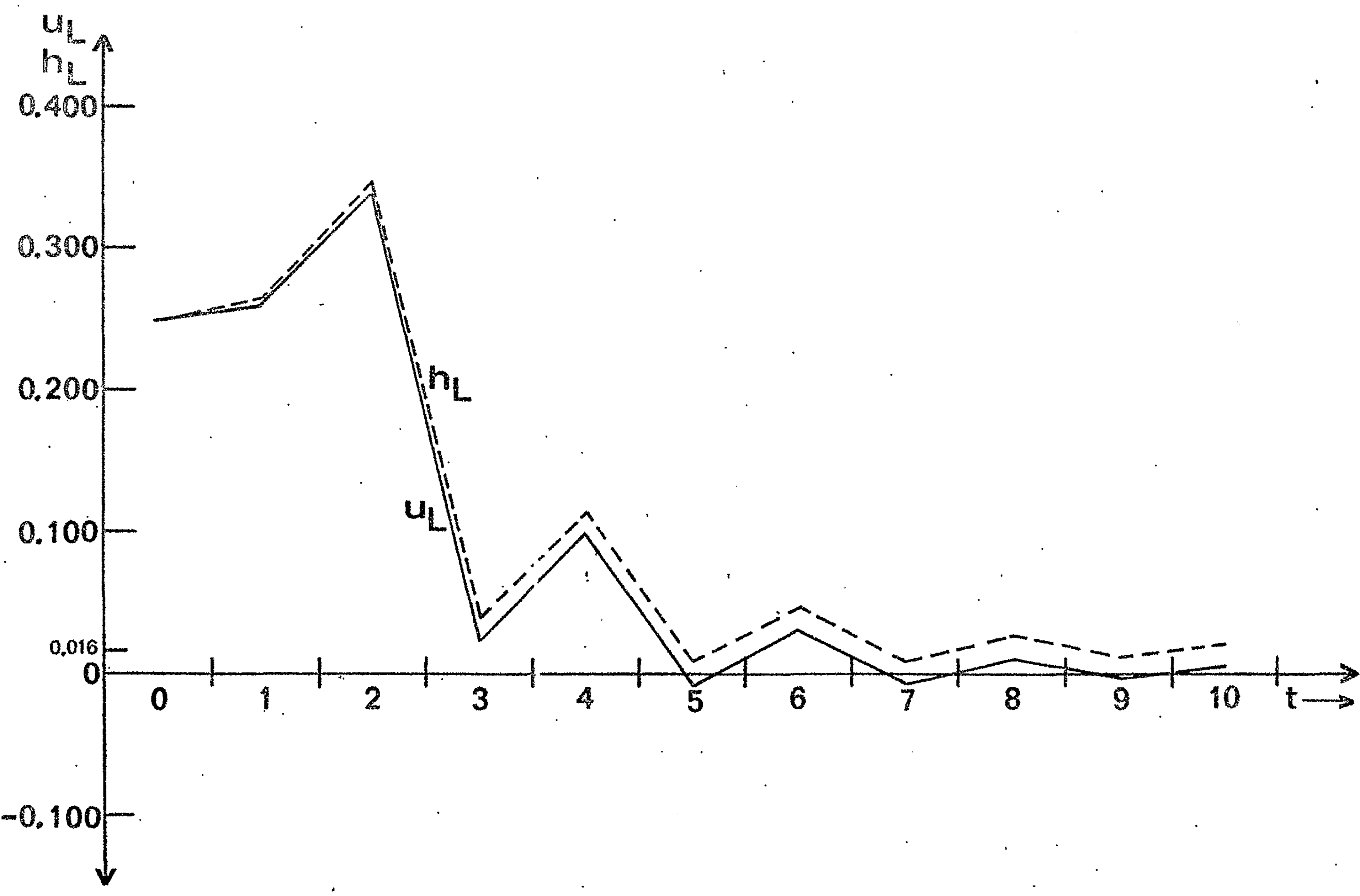
MUU TEHDASTEOLLISUUS

$$IB_t = -58.67 + \underset{(2.35)}{0.265}\,\Delta Q_t + \underset{(2.72)}{0.322}\,\Delta Q_{t-1} + \underset{(2.04)}{0.352}\,\Delta Q_{t-2} + \underset{(1.39)}{0.163}\,IN_{t-1}$$

$$-\underset{(1.71)}{0.303}\,IN_{t-2} + \underset{(3.58)}{0.082}\,K_{t-1}$$

$\bar{R} = 0.969$

ks. taulukko: 5.5.1



graafiliite

Kuvio: 5.2.2

Tuotanto-odotukset ja rahoituksen saatavuus

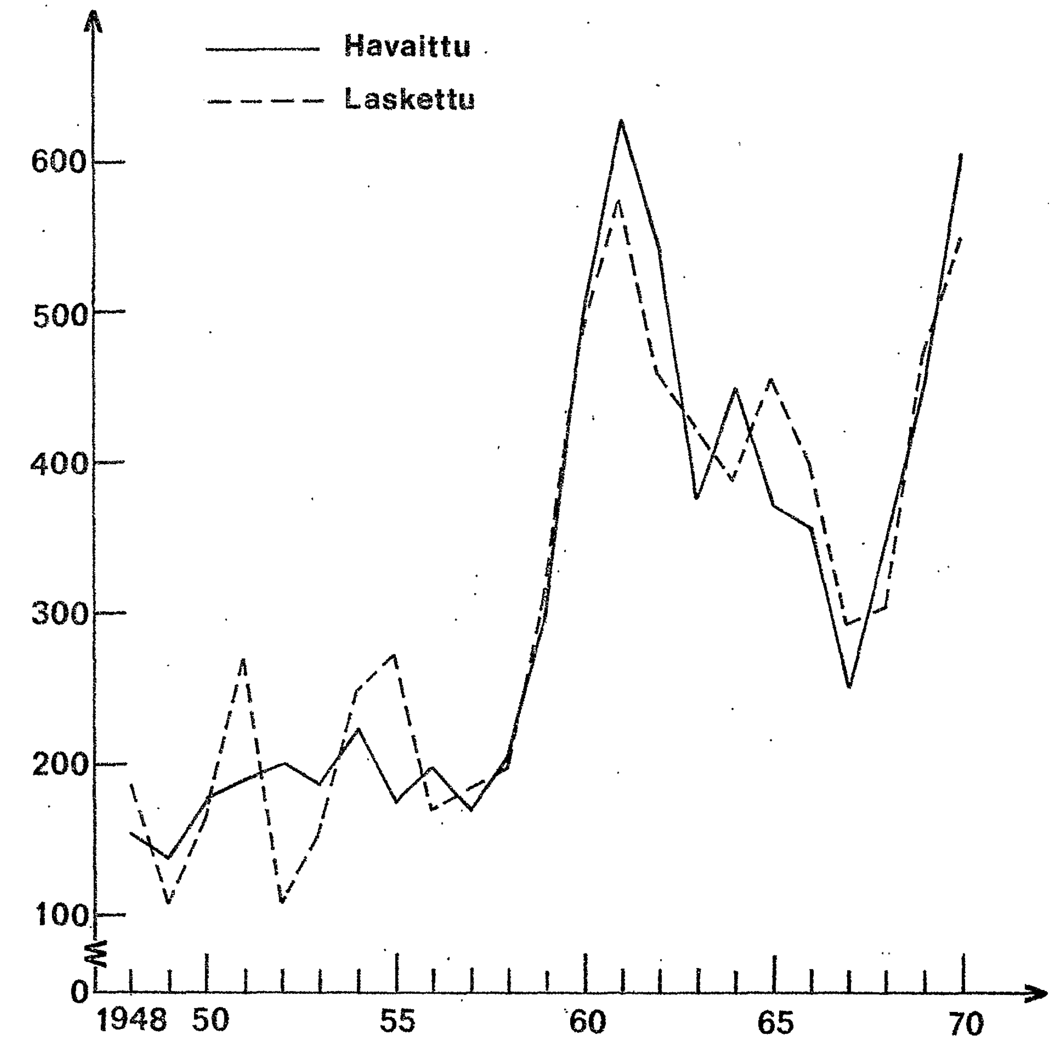
PUUNJALOSTUSTEOLLISUUS: luku 4.3.1, malli (4.41)

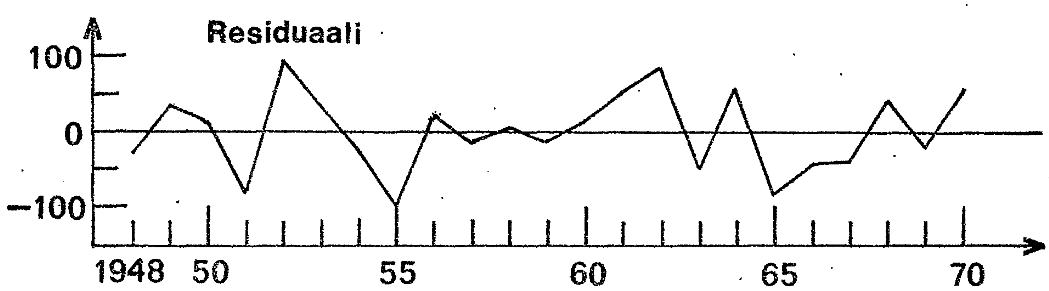
$$IR_t = 110.47 + \underset{(4.51)}{1.273}\, Q_t - \underset{(0.81)}{1.025}\, \Delta RK2_t - \underset{(1.56)}{2.699}\, RK2_{t-1} + \underset{(3.92)}{0.511}\, IN_{t-1} - \underset{(4.30)}{0.265}\, K_{t-1}$$

$\bar{R} = 0.920$

$DW = 2.33$

ks. taulukko: 5.2.1





Kuvio: 5.2.3

Tuotanto-odotukset ja rahoituksen saatavuus

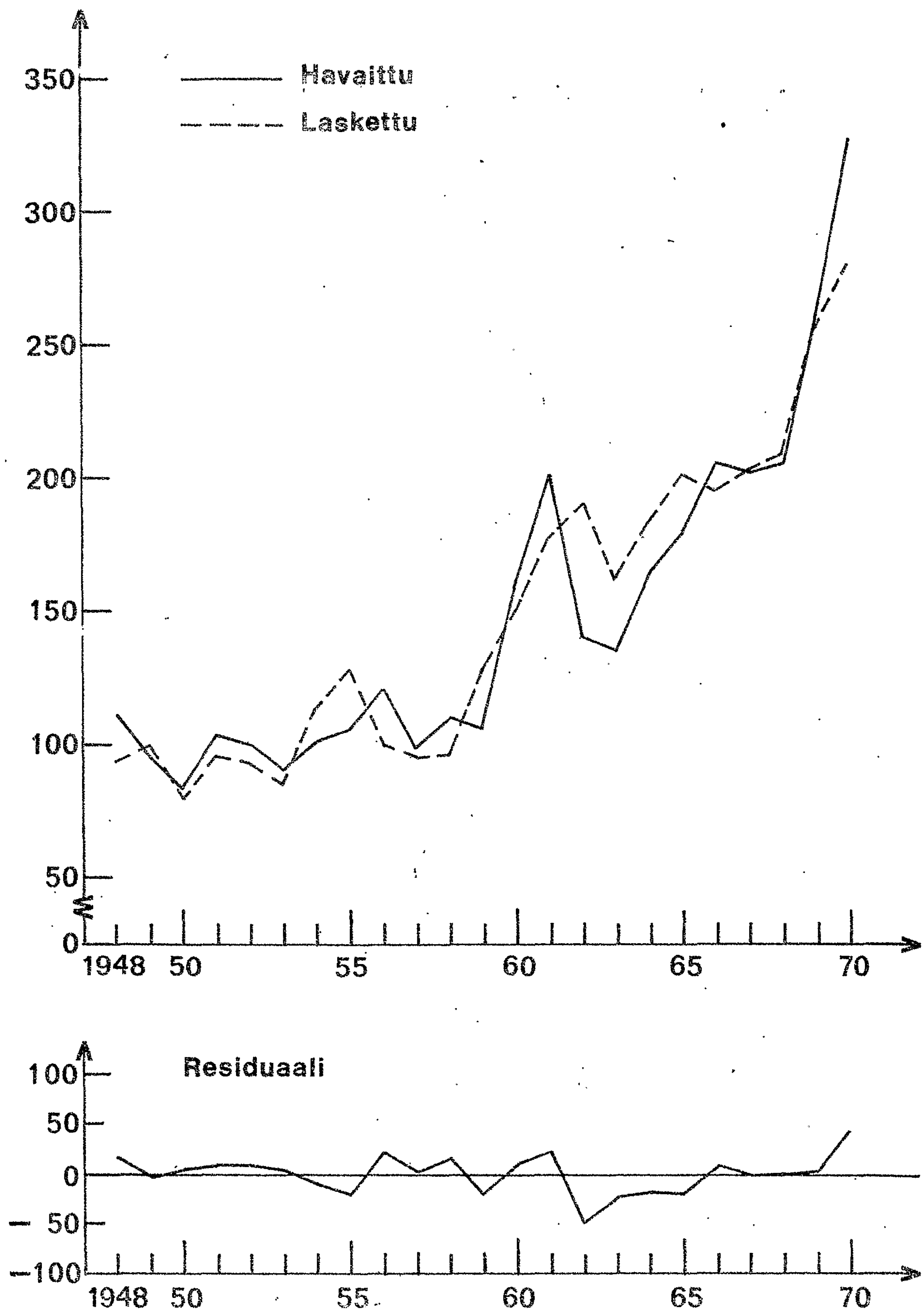
METALLITEOLLISUUS: luku 4.3.1, malli (4.41)

$$IB_t = 39.01 + \underset{(2.19)}{0.185}\, Q_t - \underset{(1.39)}{0.154}\, \Delta RKl_t - \underset{(1.52)}{0.206}\, RKl_{t-1} + \underset{(0.84)}{0.246}\, IN_{t-1} - \underset{(1.82)}{0.052}\, K_{t-1}$$

$\bar{R} = 0.928$

DW = 1.61

ks. taulukko 5.2.1



graafiliite

Kuvio: 5.2.4

Tuotanto-odotukset ja rahoituksen saatavuus

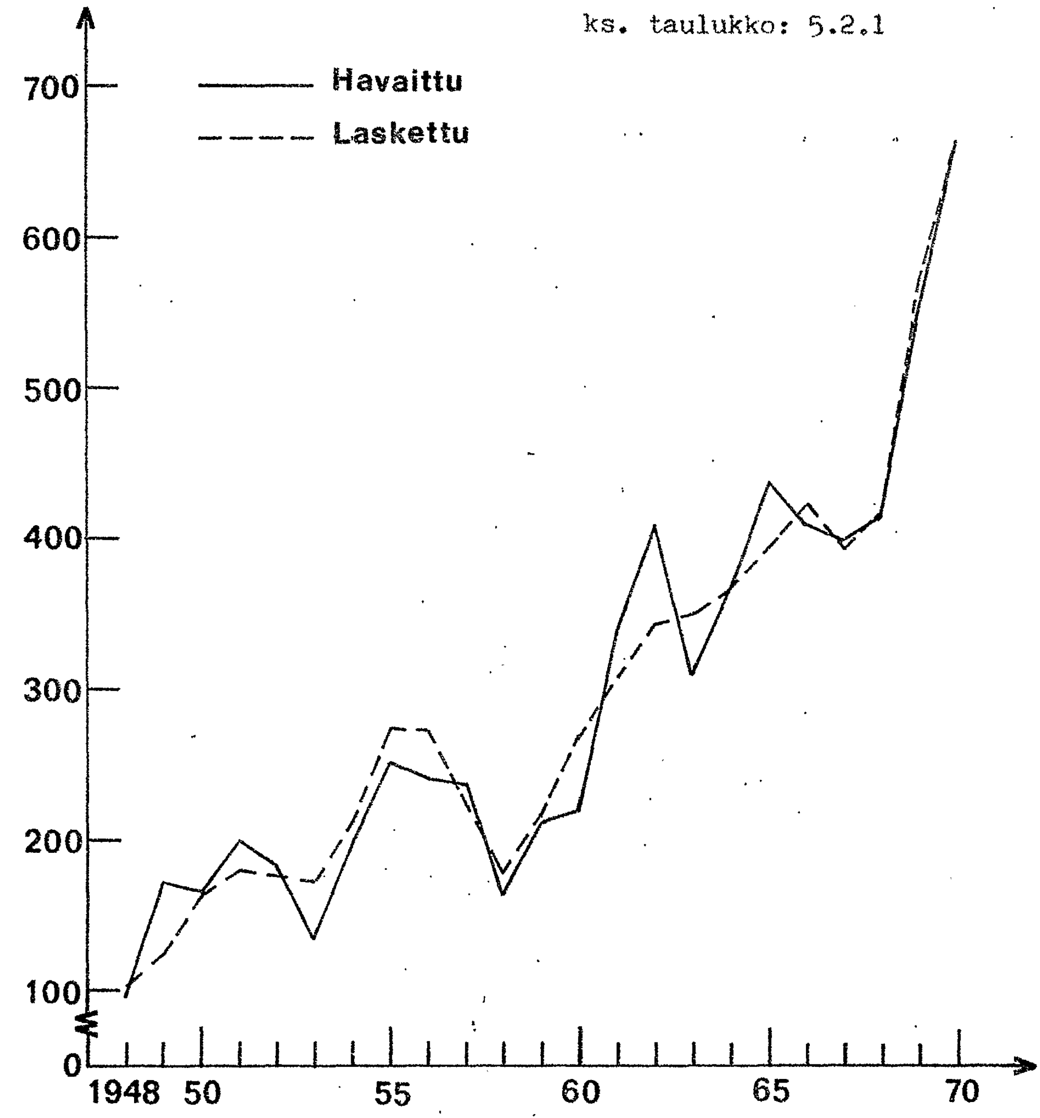
MUU TEHDASTEOLLISUUS: luku 4.3.1, malli (4.41)

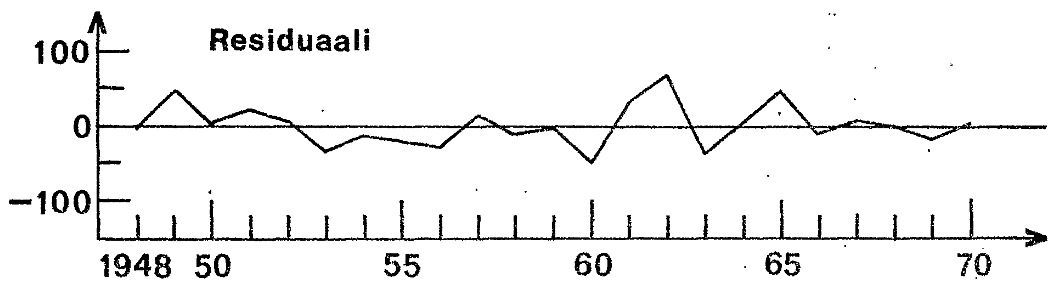
$$TB_t = 35.67 + \underset{(4.50)}{0.396\, Q_t} - \underset{(1.06)}{0.025 \triangle RK4_t} - \underset{(1.80)}{0.026\, RK4_{t-1}} + \underset{(1.28)}{0.286\, IN_{t-1}} - \underset{(2.83)}{0.137\, K_{t-1}}$$

$\bar{R} = 0.973$

DW = 2.20

ks. taulukko: 5.2.1





graafiliite

Kuvio: 5.3.5.b

Uusklassinen teoria

PUUNJALOSTUSTEOLLISUUS: $c - c_2 = r$

$$IB_t = 76.94 + \underset{(2.95)}{2.457} \Delta \frac{p_t Q_t}{c_t} + \underset{(2.82)}{2.227} \Delta \frac{p_{t-1} Q_{t-1}}{c_{t-1}} + \underset{(1.62)}{1.918} \Delta \frac{p_{t-2} Q_{t-2}}{c_{t-2}} + \underset{(2.11)}{0.506}\, IN_{t-1}$$

$$- \underset{(1.78)}{0.289}\, IN_{t-2} + \underset{(1.86)}{0.016}\, K_{t-1}$$

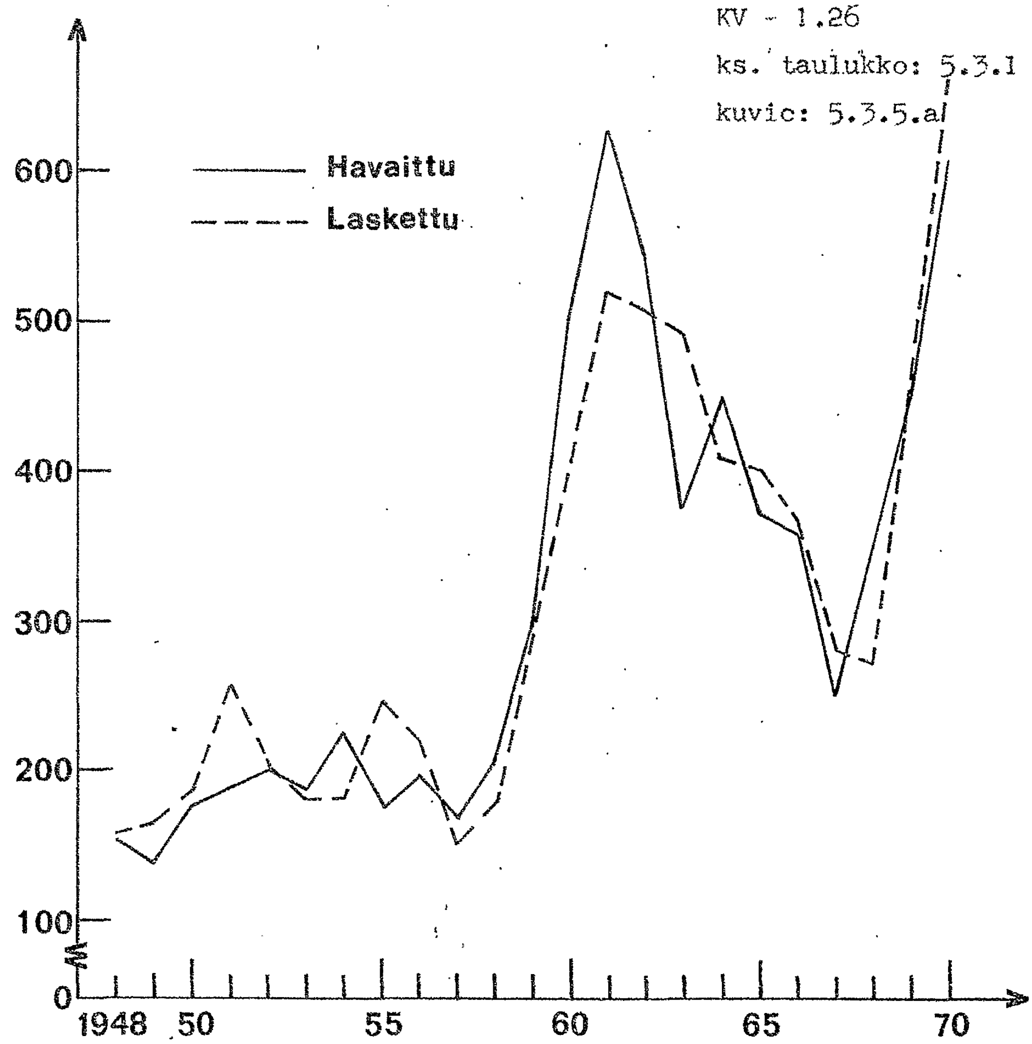
$\bar{R} = 0.913$

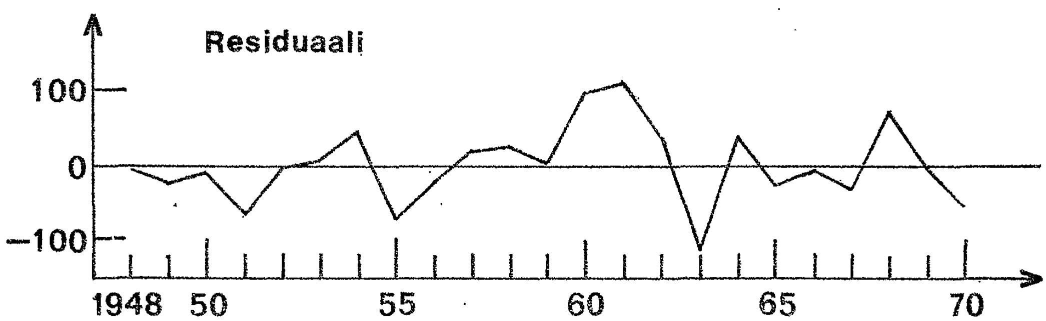
DW = 1.84

KV = 1.26

ks. taulukko: 5.3.1

kuvio: 5.3.5.a





graafiliite

Kuvio: 5.3.7.b

Uusklassinen teoria

METALLITEOLLISUUS: $c = c_1$

$$IB_t = \underset{}{-11.91} + \underset{(3.03)}{0.671}\,\Delta\frac{p_tQ_t}{c_t} + \underset{(1.39)}{0.351}\,\Delta\frac{p_{t-1}Q_{t-1}}{c_{t-1}} + \underset{(1.45)}{0.596}\,\Delta\frac{p_{t-2}Q_{t-2}}{c_{t-2}} + \underset{(1.82)}{0.182}\,IN_{t-1} + \underset{(5.02)}{0.052}\,K_{t-1}$$

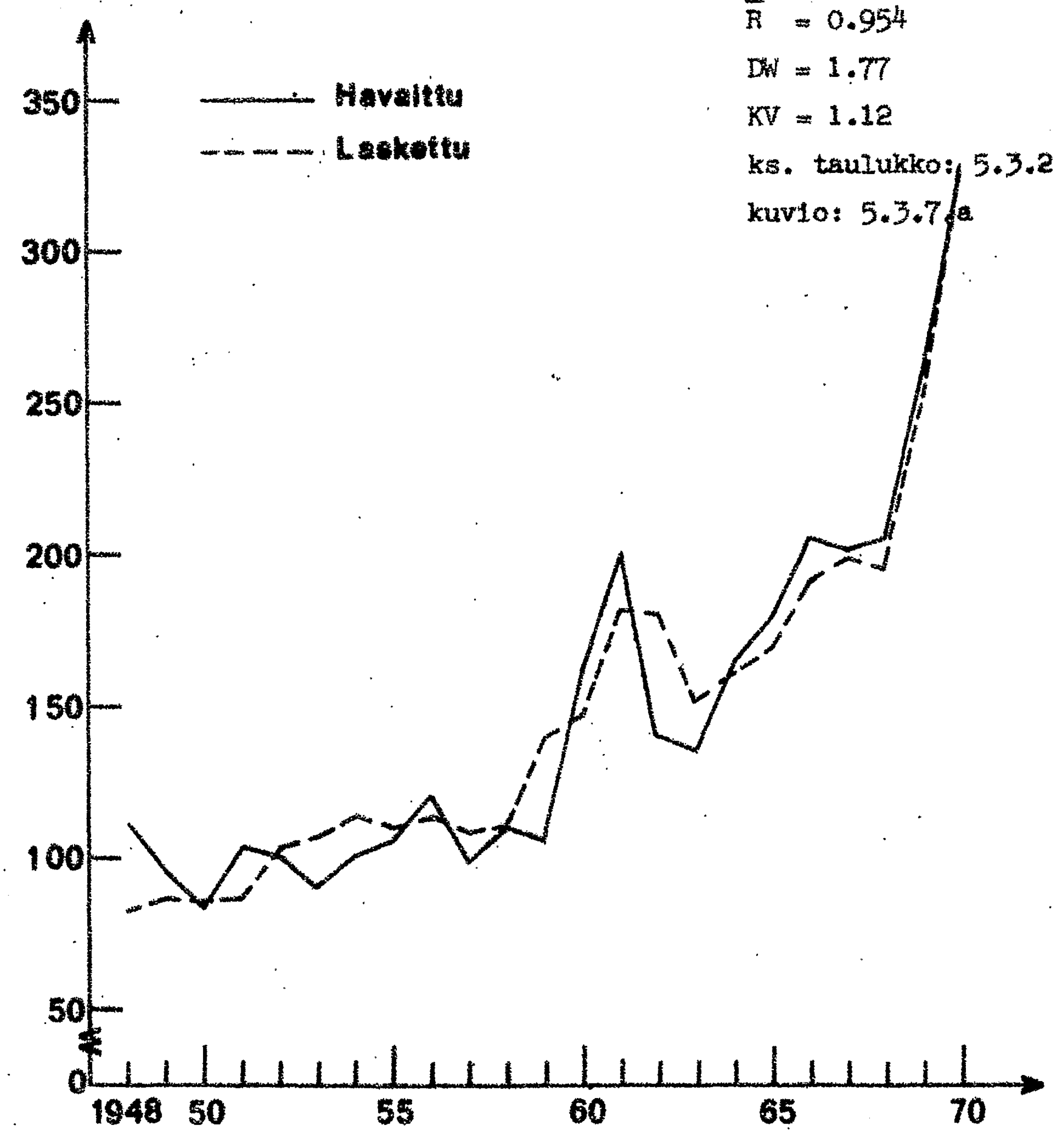
$\bar{R} = 0.954$

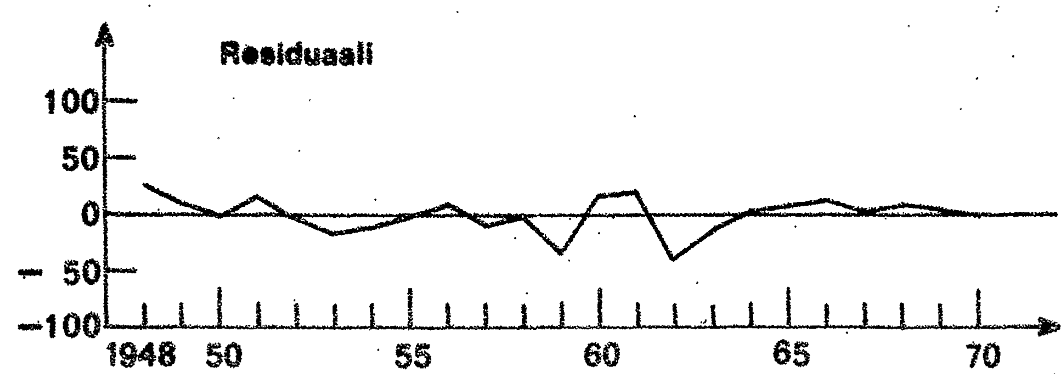
DW = 1.77

KV = 1.12

ks. taulukko: 5.3.2

kuvio: 5.3.7.a





graafiliite

Kuvio: 5.3.9.b

Uusklassinen teoria

MUU TEHDASTEOLLISUUS: $c = c_1$

$$IB_t = -20.13 + \underset{(2.15)}{0.786}\,\Delta \frac{p_t Q_t}{c_t} + \underset{(1.21)}{0.540}\,\Delta \frac{p_{t-1} Q_{t-1}}{c_{t-1}} + \underset{(1.59)}{0.939}\,\Delta \frac{p_{t-2} Q_{t-2}}{c_{t-2}} + \underset{(1.89)}{0.256}\, IN_{t-1}$$

$$+ \underset{(1.95)}{0.039}\, K_{t-1}$$

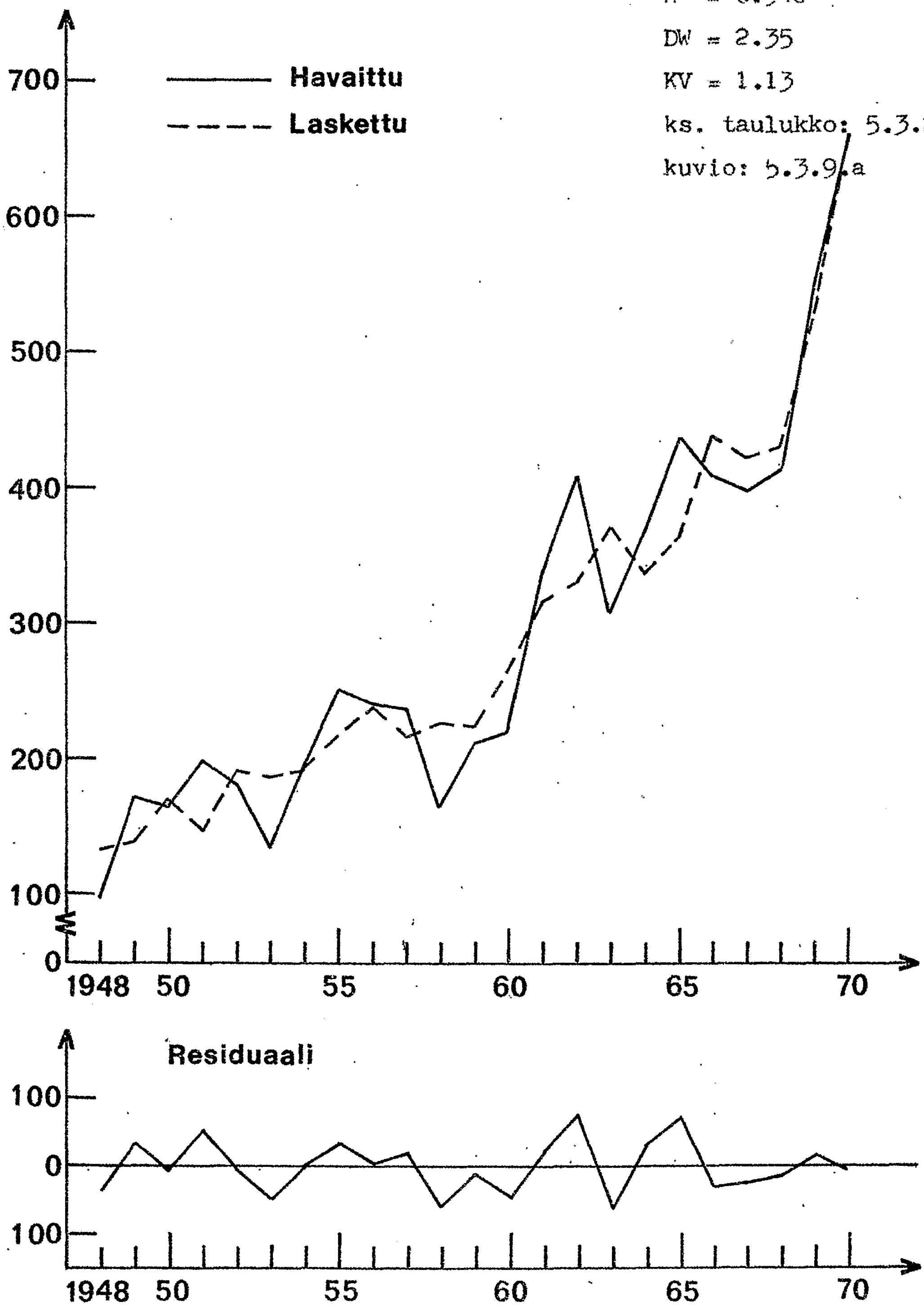
$\bar{R} = 0.948$

DW = 2.35

KV = 1.13

ks. taulukko: 5.3.2

kuvio: 5.3.9.a



Kuvio: 5.4.2.b

Odotetun kannattavuuden hypoteesi

PUUNJALOSTUSTEOLLISUUS

$$IB_t = -52.14 + \underset{(1.55)}{0.207}\,\Delta EP_t + \underset{(2.84)}{0.359}\,\Delta EP_{t-1} + \underset{(2.16)}{0.235}\,\Delta EP_{t-2} + \underset{(2.47)}{0.659}\,IN_{t-1} - \underset{(1.40)}{0.378}\,IN_{t-2} + \underset{(1.62)}{0.025}\,K_{t-1}$$

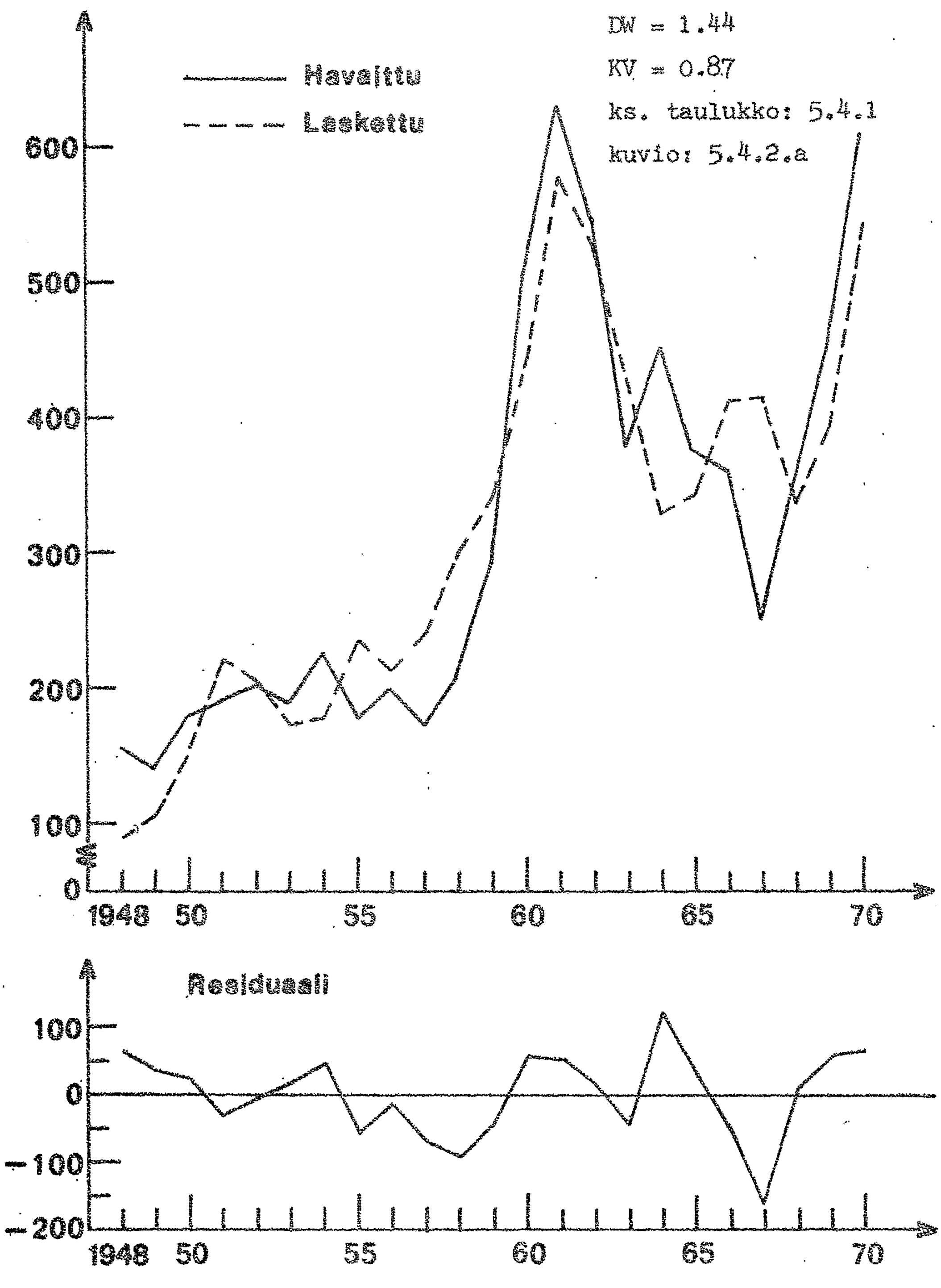
$\bar{R} = 0.871$

DW = 1.44

KV = 0.87

ks. taulukko: 5.4.1

kuvio: 5.4.2.a



Kuvio: 5.4.3.b

Odotetun kannattavuuden hypoteesi

METALLITEOLLISUUS

$$TB_t = -38.99 + \underset{(1.93)}{0.047}\,\Delta EP_t + \underset{(2.25)}{0.112}\,\Delta EP_{t-1} + \underset{(1.71)}{0.074}\,\Delta EP_{t-2} + \underset{(1.69)}{0.385}\,IN_{t-1}$$

$$+ \underset{(4.93)}{0.064}\,K_{t-1}$$

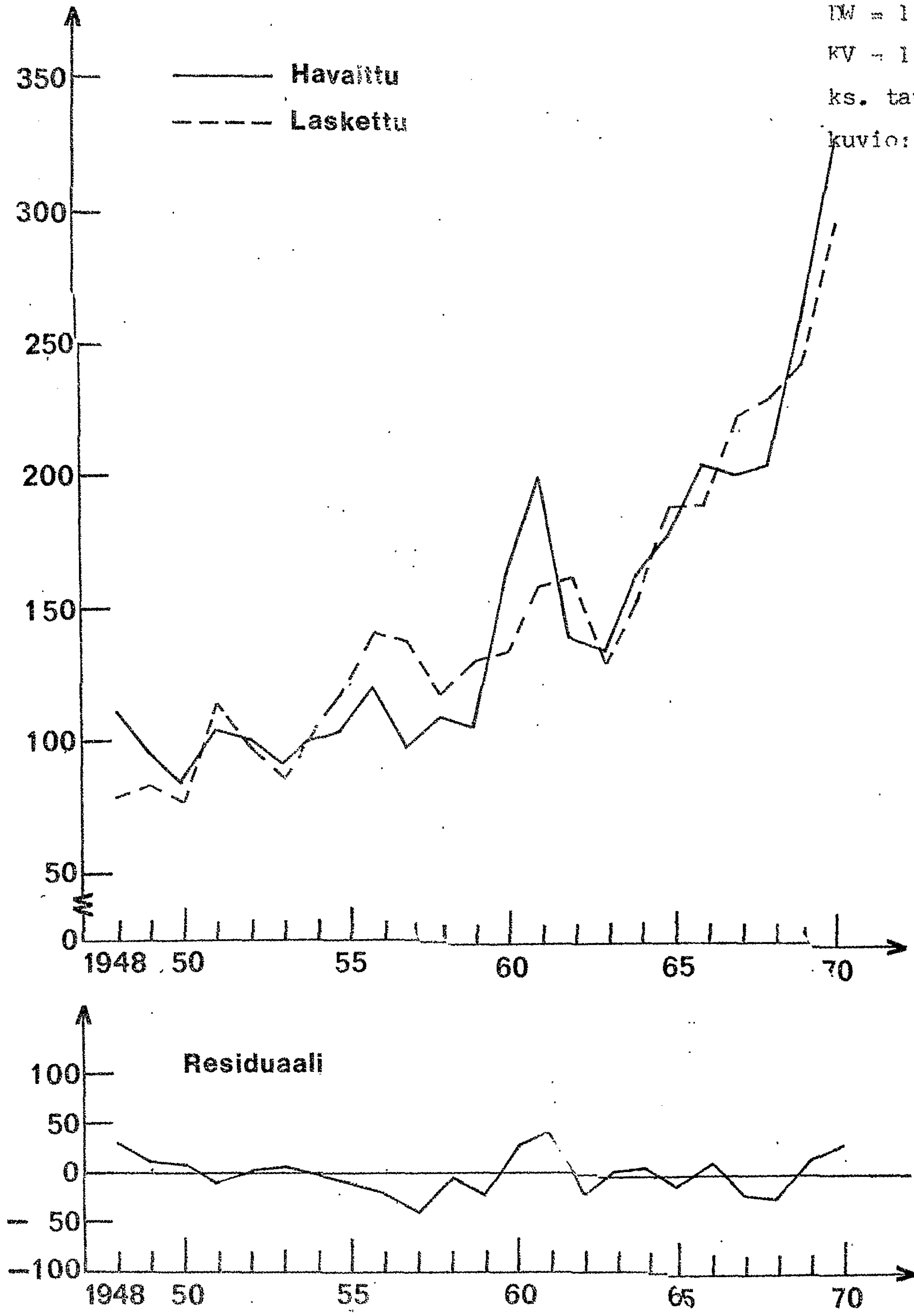
$\bar{R} = 0.921$

$DW = 1.50$

$KV = 1.44$

ks. taulukko: 5.4.1

kuvio: 5.4.3.a

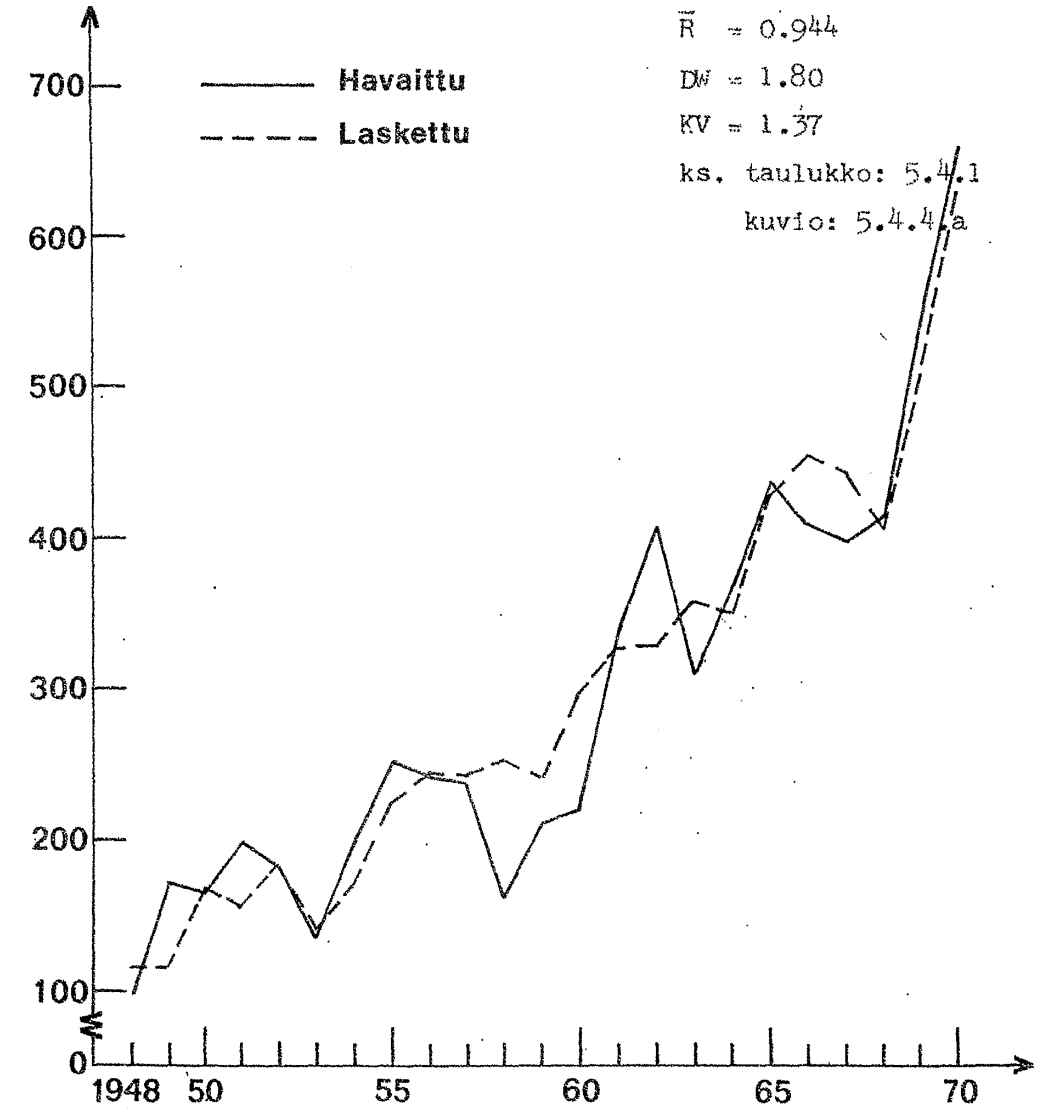


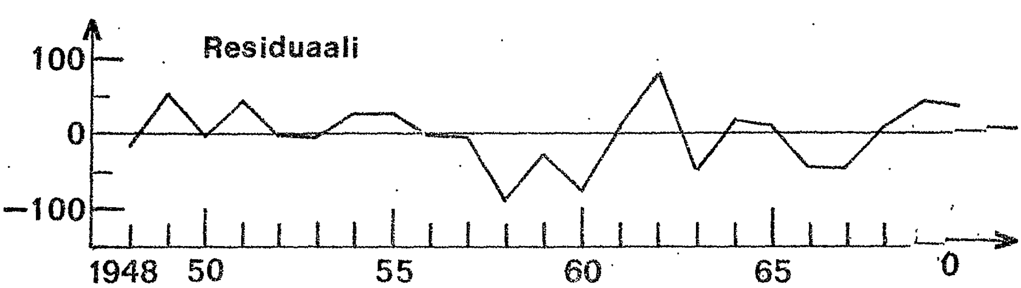
Kuvio: 5.4.4.b

Odotetun kannattavuuden hypoteesi

MUU TEHDASTEOLLISUUS

$$IB_t = \underset{}{-98.41} + \underset{(1.79)}{0.212}\,\Delta EP_t + \underset{(1.86)}{0.342}\,\Delta EP_{t-1} + \underset{(2.27)}{0.440}\,\Delta EP_{t-2} + \underset{(1.77)}{0.475}\,IN_{t-1} + \underset{(3.50)}{0.068}\,K_{t-1}$$





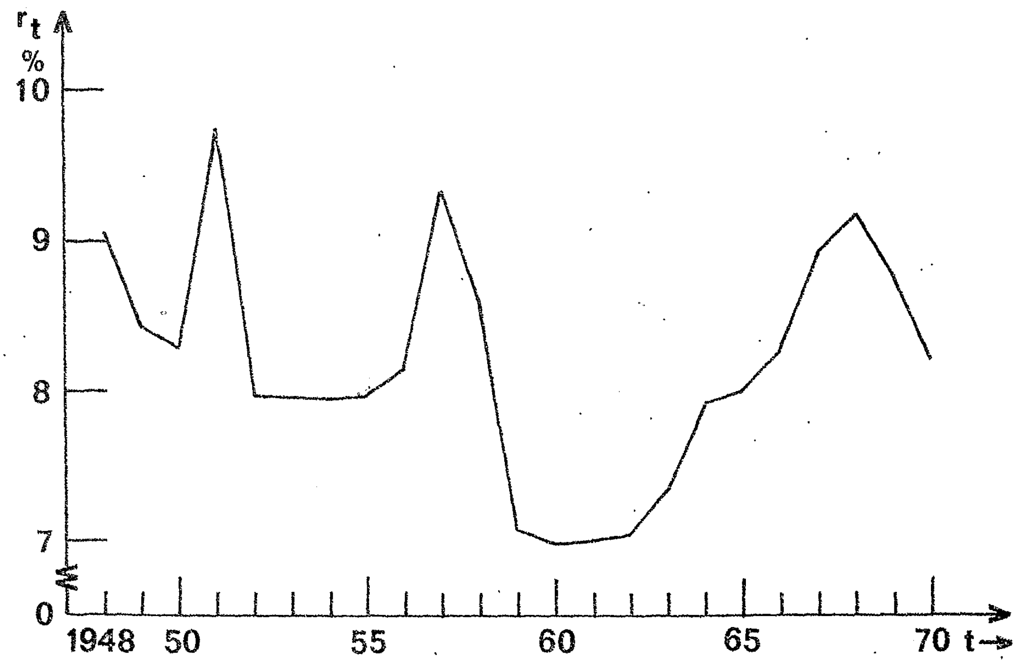
graafiliite

Kuvio: D III

ANTOLAINAUKSEN KESKIKORKO (r_t)

ml. indeksilisät

ks. Dataliite: III



Symboliliite

SYMBOLILUETTELO

Kapasiteetin käyttöaste	$= CU$
Odotettu kapasiteetin käyttöaste	$= CU^{e}$
Optimaalinen kapasiteetin käyttöaste	$= CU^{e^{+}}$
Bruttoinvestoinnit	$= IB$
Nettoinvestoinnit	$= IN$
Pääomakanta	$= K$
Optimaalinen (haluttu) pääomakanta: pitkän aikavälin tasapainotila	$= K^{d} = K^{d}(P)$
Lyhyen aikavälin optimaalinen pääomakanta	$= K^{d}(L)$
Työvoima, työpanos	$= L$
Tuotanto, tuotos, hyödyke	$= Q$
Tuotannon, tuotoksen hinta	$= p$
Kannattavuuden indikaattori: investointien tuottoprosentti (expected profitability)	$= EP$
Pääoman, pääomapalvelusten, pääomapanoksen hinta	$= c$
Pääomahyödykkeiden hinta	$= q$
Työn, työpanoksen hinta	$= w$
Uusintainvestoinnit	$= IR$
Nettotulot	$= R$
Nettotulojen nykyarvo	$= W$
Halutut investoinnit ($= K_t^{d} - K_{t-1}$)	$= I^{d}$
Periodilla (t-1) periodiksi t suunnitellut investoinnit	$= I_t^{p}(t-1)$
Tuotanto-odotukset	$= Q^{e}$, Q^{el}
Rahoituksen saatavuus	$= M$, M_{t_i}
Pankkien keskuspankkivelan kustannukset	$= PKK$
Pankkien keskuspankkivelan taso (SP:n nettosaatava pankeilta)	$= PKV$
Pankkien antolainaus, luotot yleisölle	$= A$

Suomen Pankin nettosaatava ulkomailta	= SPN
Voittojen ja poistojen summa odotetun kannattavuuden hypoteesissa	= V
Palkka- ja korkokustannusten summa odotetun kannattavuuden hypoteesissa	= PK
Rahoituksen (luoton) saatavuuden operationaaliset vastineet	= RKi, i=1,...,4
Rahoituksen (luoton) saatavuuden odotukset	= M^e, M^{e2}
Muuttujan x optimaalinen eli pitkän aikavälin tasapainoarvo	= $\bar{x}$
Ei-lineaarinen kapasiteetin käyttöaste	= NLCU

Uusintainvestointien osuus (suhteellinen) pääomakannasta (replacement coefficient)	= δ
Parametrin (kertoimen) δ a priori arvo	= δ_a
Kertoimen δ havaintosarja (arvo vuonna t)	= δ_{at}
Rationaalinen viivästysfunktio	= $u(L) = \frac{s(L)}{w(L)}$
Viivästysfunktiota u(L) vastaava lukujono	= $\{u_i\}$
Lukujonon $\{u_i\}$ yleinen termi	= u_i
Diskonttaustekijä (korko)	= s, r
Markkinakorko (korkokanta) ajankohtana t	= r_t
Tuotantofunktion kertoimet: tuotannon jousto pääoman suhteen ja tuotannon jousto työn suhteen	= a ja b
Sopeutuskertoimet	= g, g_1, g_2, g_3
Odotuskerroin (odotusten joustoparametri) tuotannolle	= h
Rahoituksen saatavuuden odotuskerroin	= v
Pääomakerroin (akseleraattori)	= α
Halutun pääomakannan riippuvuutta rahoituksen saatavuudesta osoittava kerroin	= β
Satunnaismuuttujat x ja y	= $\underline{x}$ ja $\underline{y}$

LÄHDEKIRJALLISUUSLUETTELON 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 Economics

RES = Review of Economics and Statistics

RofES = Review of Economic Studies

SEJ = Southern Economic Journal

TEHDASTEOLLISUUDEN JA SEN TOIMIALOJEN LYHENTEET:

TEHD = koko tehdasteollisuus

PUJ = puunjalostusteollisuus

MET = metalliteollisuus

MUT = muu tehdasteollisuus

KV = keskimääräinen viivästys

Setelipaino, Helsinki 1972

ISBN 951-686-001-X