

Jarmo Pesola

Suomen Pankin kirjasto



0000000563

IVA5a

Kirjasto: alaholvi

SUOMEN PANKKI D

Varastoinvestointien suhdannekäyttäytyminen Suom

Suomen Pankki

D:060

1985

Varastoinvestointien suhdannekäyttäytyminen Suomen yrityssektorissa

Ekonometrinen tutkimus vuosien 1963—1981
neljännesvuosiaineistolla

Suomen Pankki

1985

D:60

Jarmo Pesola

SUOMEN PANKKI
Kirjasto

Varastoinvestointien suhdannekäyttäytyminen Suomen yrityssectorissa

Ekonometrinen tutkimus vuosien 1963—1981
neljännesvuosiaineistolla

ESIPUHE

Tutkimus on tehty Suomen Pankin tutkimusosastolla 1.8.1983 - 15.8.1984. Se on hyväksytty kansantaloustieteen lisensiaattityönä Helsingin yliopistossa.

Työni tähän vaiheeseen saattamisesta kuuluu erityinen kiitos Erkki Koskelalle. Hänen kommenttinsa ja ohjauksensa ovat olleet korvaamattoman arvokkaita. Kiitokseni osoitan myös Matti Virénille, jonka panos etenkin tutkimuksen alkuvaiheissa on suuresti vaikuttanut tutkimuskökökulmani valintaan. Niin ikään Alpo Willman on uhrannut pyyteettömästi aikaansa ja tarjonnut ammattitaitoista apuaan ongelmia kohdatessani. Ilman Kaisa-Liisa Nordmanin ansiokasta uurastusta aineiston parissa tutkimusraporttia tuskin tässä laajuudessa olisi. Konekirjoitukselta ovat eri vaiheissa vastanneet Seija Leino, Aila Raekoski ja Päivi Lindqvist; heille kaikille kiitos. Lisäksi olen kiitollisuudenvelassa lukuisille muille työtovereilleni, jotka ovat kommentein ja rohkaisuin tukeneet työni edistymistä.

Ilman perheeni ymmärtävää ja kannustavaa suhtautumista tutkimustyö ei olisi ollut mahdollista.

Helsingissä 31.5.1985

Jarmo Pesola

Julkaistaan tiedonantona käynnissä olevasta tutkimuksesta

SISÄLTÖ

| | | sivu |
|-------|---|------|
| 1 | JOHDANTO | 7 |
| 2 | KATSAUS ERILAISIIIN VARASTOINVESTOINTITUTKIMUSTEN LÄHESTYMISTAPOIHIN | 10 |
| 2.1 | Varastonpitomotiivit ja erilaisia varastoinvestointien jaotteluperusteita | 10 |
| 2.2 | Akseleraatio- ja osittaisen sopeutumisen hypoteesi | 12 |
| 2.3 | Kustannusfunktio tarkastelut | 17 |
| 2.4 | Voittofunktioon perustuva lähestymistapa | 22 |
| 2.5 | Yritysverotuksen vaikutus varastoinvestointeihin | 27 |
| 3 | ESTIMOITAVAN VARASTOINVESTOINTIMALLIN LAATIMINEN | 30 |
| 3.1 | Käsillä olevan tutkimuksen lähtökohdat, oletukset ja rajoitukset | 30 |
| 3.2 | Intertemporaalinen voitonmaksimointi | 34 |
| 3.2.1 | Voitonmaksimointi 2-periodianalyysissä | 34 |
| 3.2.2 | Kustannusten minimointi | 40 |
| 3.2.3 | Yhteenvedo yrityksen varastoinvestointien inter- temporaalisesta voitonmaksimointikäyttäytymisestä | 45 |
| 3.3 | Tahattomat varastoinvestoinnit | 48 |
| 3.4 | Varastoinvestointien perusmalli | 49 |
| 4 | TUTKIMUSAINEISTO JA SEN OPERATIONALISOINTI | 51 |
| 4.1 | Yrityssektorin varastoinvestoinnit | 51 |
| 4.1.1 | Yrityssektorin varastot ja niiden rakenne eri tilastolähteiden valossa | 51 |
| 4.1.2 | Yrityssektorin kokonaisvaraston aikasarjat | 55 |
| 4.1.3 | Varastotyyppittäiset aikasarjat | 59 |
| 4.1.4 | Yritysvarastojen kehitykseen liittyviä piirteitä | 64 |
| 4.2 | Selittävät muuttujat | 69 |
| 4.2.1 | Myynti | 69 |
| 4.2.2 | Tuotantokustannukset | 72 |
| 4.2.3 | Varastonpitokustannukset | 75 |
| 4.2.4 | Rahoitusmuuttuja | 77 |
| 4.2.5 | Teollisuustuotanto | 79 |
| 4.3 | Odotukset | 80 |
| 4.3.1 | Odotushorisontti | 80 |
| 4.3.2 | Odotushypoteesit | 83 |

| | | |
|-------|---|-----|
| 5 | VARASTOINVESTOINTIMALLIEN TÄSMENNYS JA EKONOMETRINEN TESTAUS | 88 |
| 5.1 | Keskeisimpien muuttujien aikasarja-analyttinen rakenne | 88 |
| 5.1.1 | Varastoinvestoinnit | 88 |
| 5.1.2 | Selittävät muuttujat | 92 |
| 5.2 | Varastoinvestointien dynamiikkaa varastotyypeittäin | 96 |
| 5.3 | Eri odotushypoteesien selitysmallitäsmennykset ja perusestimoinnit | 97 |
| 5.3.1 | Odotushypoteesit intertemporaalisen voittoyhtälön kehikossa | 98 |
| 5.3.2 | Adaptiiviset odotukset ja osittainen sopeutuminen | 105 |
| 5.3.3 | Täydellinen sopeutuminen | 107 |
| 5.3.4 | Varastotyypeittäiset mallikokeilut | 109 |
| 5.4 | Tulosten analysointia | 111 |
| 5.4.1 | Mallit, jotka sisältävät S_B -myyntimuuttujan | 112 |
| 5.4.2 | Odotushypoteesien vertailua | 115 |
| 5.4.3 | Tulosten tulkinta ja johtopäätökset | 120 |
| 6 | TIIVISTELMÄ | 126 |
| | KIRJALLISUUS | 128 |
| | LIITTEET | 135 |
| | SUMMARY | 175 |

1 JOHDANTO

Viime aikoina lisääntynyt kiinnostus yritysten varastokäyttäytymistä kohtaan ilmenee siten, että aihetta käsittelevien julkaisujen määrä on kasvanut. Kiinnostukseen on vaikuttanut ennen kaikkea se, että varastoinvestointien merkitys suhdannedynamiikassa on korostunut hidastuneen kasvun aikana, samalla kun mielenkiinto yritysten lyhyen aikavälin käyttäytymisen tutkimiseen yleensäkin on lisääntynyt. Näin ollen muun muassa kokonaistaloudellisten suhdanne-ennusteiden onnistumiselle varastokäyttäytymisen ennustettavuus on keskeistä.

Suomessakin varastoinvestointien vaikutus kokonaiskysynnän vaihteluihin on huomattava. Kuitenkin varastoinvestointien määräytymisen tutkiminen on jäänyt vähäiseksi - osittain aineisto-ongelmien vuoksi. Tässä tutkimuksessa on tarkoituksena perehtyä siihen, miten yrityssektorin varastoinvestoinnit määräytyvät verraten lyhyellä aikavälillä ja millaiset tekijät vaikuttavat määräytymiseen. Tavoitteena on johtaa yritysten mikrooteoreettisen voitonmaksimointikäyttäytymisen pohjalta tiettyjä hypoteeseja varastoinvestointien määräytymisestä ja testata niitä empiirisesti partiaalimallikehikkoon. Samalla on mahdollisuus saavuttaa talouspoliittista päätöksentekoa palveleva varastoinvestointien suhdanne-ennustemalli. Tutkimuksen rajaaminen yrityssektoriin on perusteltua myös empiiriseltä kannalta, koska valtaosa kansantalouden varastonvaihteluista tapahtuu siinä sektorissa.

Koska pyrkimyksenä on muodostaa yksittäisen yhtälön partiaalimalli, tämän käsittelyn ulkopuolelle jätetään kaikki sellaiset lähestymistavat, joissa varastot ovat vain yhtenä (vaihtoehtoisena) toimintaparametrina. Tämän vuoksi esimerkiksi portfolioteoreettisiin tarkastelutapoihin ja niiden puitteissa saatuihin empiirisiin tuloksiin viitataan ainoastaan tarvittaessa.¹ Samasta syystä ei myöskään muita vastaavallaisia tutkimusalueita² ole kartoitettu.

¹Ks. esim. Brainard - Tobin (1968), Smith (1975), Kanninen (1976), Tourunen (1980) ja Kostiainen (1981).

²Ks. esim. Maccini (1984), jossa käsitellään varasto- ja kiinteiden investointien vuorovaikutuksia.

Varastojen mikrotaloudellista käyttäytymistä on viime aikoina tutkittu makrotason hintajäykkyyksien selvittämisen yhteydessä. Siitä huolimatta, että varastokäyttäytyminen ei ole varsinaisen tutkimuskohde, on dynaamisella varasto-tuotanto-problematiikalla tutkimuksissa kuitenkin hyvin keskeinen rooli. Yleensä viimeaikaisissa varastotutkimuksissa dynaaminen näkökulma on vallinnut lähes yksinomaan. Miltei poikkeuksetta varastotutkimusten lähtökohtana on yrityksen voiton maksimointi tietyn suunnittelu- tai odotusperiodin rajoissa.

Keskeisenä väittelyn aiheena on lisäksi ollut varastojen sopeutumisenopeus. Varsinkin tältä kannalta aggregaattitason varastotutkimusta ovat Suomessa tähän saakka rajoittaneet aineisto-ongelmat. On ollut pakko turvautua vuosiaineistoon, joka on ajan suhteen liian aggregoitua sopeutumisproblematiikan käsittelyyn.

Kokonaisen yrityssektorin aggregaattina kattava empiirinen varastoinvestointitutkimus on harvinaisuus. Yleensä varastoinvestointeja tutkitaan paria poikkeusta³ lukuun ottamatta korkeintaan (jollain homogeenisella) toimialatasolla. Empiirisessä mikrotason käyttäytymisanalyyseissa on periaatteessa aina sitä parempi, mitä disaggregoidumpaa aineistoa voidaan käyttää. Tällöin voidaan ottaa huomioon kunkin alan erityispiirteet, kuten hintakehitys, kustannusrakenteet ynnä muut keskeiset tekijät.⁴ Aineisto rajoittaa kuitenkin tämän tutkimuksen koskemaan yrityssektoria kokonaisuutena.

Neljännesvuosiaineiston saatavuus muodostaa ongelman empiirisen tutkimuksen kannalta. Varsinaisia neljännesvuosittaisia varastotilastoja ei koko yrityssektorin kattavana ole saatavissa, joten on jouduttu erikseen muodostamaan vuodesta 1960 alkava neljännesvuosittainen varastosarja. Samasta syystä vuotta 1977 aikaisemmat varastotyypeittaiset

³Rubin (1980) ja Akhtar (1983). Lisäksi tuotakoon esiin erilaisten kokonaistaloudellisten mallien varastoinvestointiyhtälöt.

⁴Esimerkkinä, mainittakoon Blinderin vähittäiskaupan varastoinvestointiteoria (Blinder (1981b)). Teoria perustuu siihen erikoisolettamukseen, että vähittäiskaupalla on vakioiset tai jopa laskevat rajakustannukset päinvastoin kuin esimerkiksi teollisuudella, jossa kohdataan nousevat rajakustannukset.

neljännesvuosiaikasarjat on jouduttu laatimaan epäsuorasti. Lähtökoh-
tana käsillä olevassa tutkimuksessa on kuitenkin lopputuotevarastot,
joiden näkökulmasta teoriaa kehitetään. Muiden varastotyyppien empi-
riset kokeilut suoritetaan näin laaditun varastoinvestointimallin
muunnoksien avulla.

Eräiden selittävien muuttujien luotettavuusongelmat rajoittavat ekono-
metrisen tutkimuksen alkavaksi vuodesta 1963. Estimointijakso ulottuu
vuoteen 1981, joka on viimeinen vuosi, josta on käytettävissä lopulli-
set tilastotiedot.

Tutkimuksen aluksi luvussa 2 käydään ensiksi katsauksenomaisesti läpi
varastoinvestointiteorian kehitys tähän mennessä. Katsauksessa pyri-
tään hahmottelemaan ja esittelemään varastoinvestointitutkimuksen pää-
suunnat. Luvussa 3 kehitetään estimoitava varastoinvestointimalli, jo-
ka perustuu yrityksen voitonmaksimointikäyttäytymiseen intertemporaal-
lisen substituutiomahdollisuuden vallitessa. Luvussa 4 muodostetaan
selitysmallin muuttujien empiiriset vastineet, joista useimmat on jou-
duttu laatimaan varta vasten tämän tutkimuksen tarpeisiin puutteelli-
sen neljännesvuositilastoaineiston vuoksi samoin tutkimuksessa esitel-
lään sellaiset sovellettavat odotushypoteesit, jotka perustuvat yri-
tyksen rationaaliseen käyttäytymiseen. Luvussa 5 käsitellään aluksi
muuttujien aikasarjaominaisuuksia ja todetaan, että intertemporaalisen
substituution oletusta voidaan käyttää. Sen jälkeen estimoidaan täs-
mennetyt mallit, joiden ekonometrisia ominaisuuksia tutkitaan erilai-
sin testein.

Tutkimustulosten mukaan hypoteesia siitä, että intertemporaalinen
voitonmaksimointikäyttäytyminen on yrityssektorin varastoinvestointien
määräytymisen taustalla, ei voida hylätä. Lisäksi kyseinen hypoteesi
tuntuu vahvemmalta selityshypoteesilta kuin kokeillut vaihtoehdot,
muun muassa adaptiivisten odotusten sovellutus joustavan akseleraation
kehikkoon. Estimointitulokset tukevat käsitystä mallin lopputuoteva-
rastoinvestointiliuonteesta. Se, miten herkästi varastoja käytetään
puskurina yllättävän kehityksen vaikutusten vaimentamiseksi, saattaa
aiheuttaa hintojen jäykkyyttä (alaspäin). Estimointitulosten mukaan
rahoitustilanne mahdollisesti yhdistyneenä veropainevaikutukseen on
suhteellisen voimakas varastoinvestointien selittäjä.

2 KATSAUS ERILAIISIIN VARASTOINVESTOINTITUTKIMUSTEN LÄHESTYMISTAPOIHIN

Tässä luvussa pyritään hahmottelemaan ja jäsentämään erilaisia varastoinvestointitutkimuksessa esiintyneitä lähestymistapoja. Lähestymistapojen erityispiirteitä vertaillaan ja analysoidaan, jolloin tutkimuksen jatkekehittelyä varten saadaan kuva niiden hyvistä puolista ja heikkouksista. Alkuun kuitenkin muutama sana varastotutkimusten aivan keskeisimmistä määritelmäluonteisista seikoista - varastonpitomotiivit sekä eräitä luokitteluja.

2.1 Varastonpitomotiivit ja erilaisia varastoinvestointien jaotteluperusteita

Yritysten halukkuutta tai tarvetta pitää varastoja on perinteisesti analysoitu erilaisten varastonpitomotiivien avulla. Varastonpitomotiivit voidaan jakaa kolmeen ryhmään: transaktiomotiivi, puskuri-varastomotiivi sekä spekulatiivimotiivi.⁵

Transaktiomotiivi liittyy varastonpidon teknis-taloudellisiin edellytyksiin. Koska tavaroiden ostot ja myynnit tai tuotanto ja myynti tapahtuvat eri aikoihin⁶ sekä esimerkiksi hankinnat on kustannussyistä usein edullista suorittaa tietyn suuruisina erinä, on yrityksen yhtenä toimintaedellytyksenä jonkinmääräisten perusvarastojen ylläpito. Varastonpidon transaktiomotiivia on usein perusteltu ns. neliöjuurisäänöllä. Siinä varastojen hankinta- ja varastointikustannukset sisältävän kustannusfunktion minimointi tuottaa (tietyillä ehdoilla) tulok-

⁵Yksityiskohtaisempi esitys varastonpitomotiiveista ks. esim. Arrow - Karlin - Scarf (1958), s. 4 - 13 tai Rowley Trivedi (1975), s. 44 - 51.

⁶Yksinkertaisena esimerkkinä jatkuva ympärivuorokautinen tuotantoprosessi, mutta sen sijaan yhtäältä raaka-ainetoimitukset ja toisaalta myynti tapahtuvat ainoastaan tiettyyn rajattuun vuorokauden aikana.

sen, jonka mukaan optimaalinen varaston koko riippuu varaston käytön (esim. myynnin) neliöjuuresta.

Puskurimotiivikäyttäytymistä on esimerkiksi varastojen avulla tehty tietoinen tuotannon tasoittaminen ajassa esimerkiksi toimialoilla, joilla on voimakas kausivaihtelu. Varastojen vaihtelun kustannukset ja muutosten tekniset järjestelyt saattavat usein olla vähäisemmät ja helpommat kuin esimerkiksi vastaavasti tuotannon muutoksen aiheuttamat. Varovaisuusmotiivin mukainen varastojen käyttö puskurina esimerkiksi myynnin, tuotannon sekä raaka-ainehankintojen välissä perustuu tarpeeseen varautua näissä tapahtuviin äkillisiin odottamattomiin muutoksiin, joihin voidaan ensi kädessä reagoida antamalla varastojen joustaa. Tässä tapauksessa käyttäytyminen perustuu odotusten epävarmuuteen, ja varovaisuusmotiivia voidaankin pitää yleisemmän puskurimotiivin "alalajina", johon nimenomaan liittyy epävarmuusaspekti. Toisaalta voidaan ajatella, että tässä tapauksessa varovaisuusmotiivi sallii puskurikäyttäytymisen. Varastoinvestointien käyttäytymisanalyysissä puskurimotiivi on saanut viime aikoina lisääntyvää huomiota. Esimerkiksi Blinderin (1981a) mukaan kaikki varastonpitoon vaikuttavat tekijät on palautettavissa puskurivarastomotiiviin.

Spekulaatiomotiivi on määritelty yrityksen haluksi hyötyä ainoastaan varastoitavien hyödykkeiden odotetuista hinnanmuutoksista. Näin ollen motiivi edellyttää muun muassa informaation epätasaista jakautumista, joka on yhdistynyt odotusten epävarmuuteen. Spekulaatiomotiiville ei empiriassa ole saatu kovinkaan vahvaa näyttöä, koska tutkimuksen kohteena ovat pääasiallisesti olleet teollisuuden lopputuotevarastot. Näissä hintaspekulaation mahdollisuudet ovat stabiilimman hintakäyttäytymisen vuoksi vähäisemmät kuin raaka-ainevarastoissa.

Eräänlaiseksi spekulaatio- ja puskurihypoteesin yhdistelmäksi voitaisiin tulkita intertemporaalisen substituution sovellutukset. Niiden mukaan varastoja käytetään myynnin ja tuotannon ajoittamiseen siten, että tulojen ja kustannusten erotus yli tietyn ajan maksimoituu.

Varastoinvestoinnit jaetaan analyttistä tarkastelua silmällä pitäen suunniteltuihin ja tahattomiin varastoinvestointeihin. Viimeksi mai-

nittujen taustalla on varovaisuusmotiivi siinä mielessä, että ne ovat tulosta yllättävästä, odottamattomasta kehityksestä.

Varastojen aseman perusteella ne voidaan jakaa lopputuote-, keskene-
räisten töiden sekä raaka-ainevarastoihin. Lopputuotevarastot ovat yleensä olleet tehtyjen tutkimusten lähtökohtana. Tässäkin tutkimuksessa varastokäyttäytymistä lähestytään lopputuotevarastojen näkökulmasta, joskin empiirisiä sovellutuksia kokeillaan myös muille varastotyypeille.

2.2 Akseleraatio- ja osittaisen sopeutumisen hypoteesi

Ensimmäisenä akseleraatioperiaatetta varastoinvestointimallissa sovelsi Metzler (1941), joka makrotason akseleraatio-kerroinmallissaan esitti, kuinka tuotannon vaihtelut syntyvät yritysten pyrkiessä pitämään akseleraatioperiaatteen mukaisesti varasto/myynti-suhteen muuttumattomana. Esimerkiksi myynnin lähtiessä yllättäen kasvuun supistuvat varastot tahattomasti. Tällöin varastojen ja myynnin suhde jää haluttua pienemmäksi. Varastojen halutun määrän palauttamiseksi lisääntyvä tuotanto aiheuttaa itseään voimistavan kerroinprosessin. Kun halutut varastot on saavutettu, tuotannon vähentäminen käynnistää vastaavanlaisen supistuvan prosessin.

Lovell (1961) korvasi jäykän akseleraation mukaisen tarkastelun osittaisen sopeutuksen mallilla. Sopeutumista varastojen halutulle tasolle ei pyritäkään aikaansaamaan hetkessä vaan vähitellen useiden periodien aikana. Suunnitellut varastoinvestoinnit (ΔV^S) tehdään siten osittaisena kantasopeutuksena;⁷ sopeutuminen kunkinhetkistä haluttua varastomäärää kohti tapahtuu edellisen periodin varastokannan pohjalta:

⁷Kantasopeutusmalli on erikoistapaus yleisemmästä virheenkorjausmallista esim. $\Delta V = a_1(V^* - V)$ (symbolit samat kuin yhtälössä (1)). Ks. tarkemmin esim. Leppä - Sourama (1982). Yllätysten yhteydessä (luku 3.3) käsitellään virheenkorjausmallin toisentyypistä erikoistapausta.

$$(1) \quad \Delta V_t^S = a(V_t^* - V_{t-1})$$

jossa

a = sopeutuskerroin ($0 < a < 1$)

V = varastokanta

V^* = haluttu varastokanta

t = aika

Nimitystä joustava akseleraatio käytetään, kun osittaisen kantasopeutuksen mallissa haluttu varastokanta määräytyy akseleraatioperiaatteen mukaan.⁸

Yksinkertaisimmillaan halutun varastokannan (V^*) määräytyminen voidaan ilmaista myyntiodotusten (S^e) avulla seuraavasti:

$$(2) \quad V_t^* = bS_{t+n}^e$$

jossa

b = akseleraatiokerroin

t = aika

n = odotushorisontin pituus⁹

Transaktiomotiivin (neliöjuurisääntö) lisäksi varovaisuusmotiivi saattaa vaikuttaa akseleraatiokertoimen suuruuteen muun muassa sen mukaan, miten suuria kysynnän satunnaisvaihteluita odotetaan. Yleensä vakiona pidettyä akseleraatiokerrointa on mikroteoreettisesta näkökulmasta käsin kritisoinut mm. Atkinson (1981). Hänen mukaansa akseleraatiokerroin saattaa vaihdella lyhyen aikavälin tuotto- ja kustannusodotusten vaihtelun mukaan. Tietyissä ääritapauksissa saattaa esiintyä jopa ne-

⁸Lovellin mallissa puskurivarastomotiivia pidettiin pääasiallisimpana varastoja ylläpitävänä tekijänä, koska siinä varastojen avulla pyrittiin tasaamaan tuotannon vaihteluita. Metzlerin ja Lovellin hypoteeseja on Suomen olosuhteissa analysoinut mm. Hämäläinen (1963).

⁹Odotusten suhteen pyritään jatkossa (mikäli muuta ei ilmoiteta) käyttämään tässä olevaa yksinkertaista notaatiota: yläindeksi e viittaa odotuksiin, jotka muodostetaan periodin t alussa, alaindeksistä ilmenee odotushorisontin ajoitus ja pituus.

gatiivista akseleraatiota (vrt. luku 3.2.1). Modigliani (1957, s. 504 - 506) on puolustanut kiinteän akseleraatiokertoimen käyttöä makrotasolla. Yrityksillä saattaa olla erilaiset kysyntä- ja kustannusrakenteet, ja rakenteiden kohtaamat suhdanteet voivat ajoittua eri tavalla tai myös kausivaihteluissa saattaa olla eroavaisuuksia. Tällöin on aggregaattitasolla hänen mukaansa perusteltua olettaa vallitsevan suhteellisen stabiilin suhteen varastojen ja myyntien välillä.¹⁰

Myyntiodotusten lisäksi halutun varaston määräytymisyhtälössä on usein käytetty lisäksi additiivisena selittäjänä jotain varastonpitokustannuksia edustavaa muuttujaa. Useimmiten on käytetty reaali- tai nimeliskorkoa.¹¹ Kustannusfunktion ominaisuuksia ei yleensä tarkemmin käsitellä. Tavallisimmin tyydytään toteamaan vain a priori negatiivinen vaikutussuunta halutun varastokannan suhteen.

Blinder (1982) erottaa toisistaan lyhyellä ja pitkällä aikavälillä halutut varastokannat. Viimeksi mainittuun vaikuttavat pitkän aikavälin kysyntä- ja kustannusnäkömät. Lyhyen aikavälin haluttu varaston määrä eroaa pitkän aikavälin tavoitteesta ja heijastaa lyhyen aikavälin suhdannenäkymiä.

Haluttujen varastojen hitaasta sopeutumisesta esittivät oletuksen Feldstein ja Auerbach (1976). Heidän mukaansa tavoitevarastot sopeutuivat osittain myyntinäkymiin seuraavasti:

$$(3) \quad V_t^* - V_{t-1}^* = \mu (bS_{t+n}^e - V_{t-1}^*)$$

jossa

V^* = halutut varastot

¹⁰Kysymyksen ratkaisu riippuu paljolti myös siitä, miten akseleraattori määritellään. Jos akseleraattori on myyntiodotusten vaikutus haluttuun varastokantaan ja siihen implisiittisesti sisältyvät kustannusvaikutukset, on Atkinsonin kritiikki oikeutettu. Akseleraatiokertoimen vaihtelumahdollisuudet vähenevät, jos kustannusten vaikutus käsitellään erillisenä.

¹¹Ks. esim. Irvine (1981a ja b) tai Akhtar (1983).

s^e = myyntiodotukset
 $0 < \mu < 1$ = sopeutumiskerroin
 b = akseleraatiokerroin

Kun kirjoitetaan

$$(3a) \quad V_t^* = \mu b S_{t+n}^e + (1-\mu)V_{t-1}^*$$

nähdään, että varastojen tavoitetaso riippuu myyntiodotusten lisäksi viivästetystä halutusta varastokannasta. Toisin sanoen varastojen haluttu kanta määräytyy Feldsteinin ja Auerbachin mukaan osittain autoregressiivisesti.

Mikäli odotukset muodostuvat suhteellisen pitkän aikavälin (useita vuosineljänneksiä) perusteella, ovat myös myyntiodotukset keskenään autokorreloituneita. Tällöin odotushorisonttiin tulee neljännesvuositain keskimäärin suhteellisen vähän odotuksia muokkaavaa uutta informaatiota (Kanniainen - Hernesniemi (1984)).

Nykyään keskeisimpiä kiistakysymyksiä joustavan akseleraation varastoinvestointikehikossa on varastojen sopeutumisnopeus eli yhtälön (1) kertoimen a suuruus. Yhtäältä on olemassa Feldsteinin - Auerbachin (1976) kanta: tavoitevarastot sopeutuvat hitaasti määrääviin tekijöihin ja olemassa olevat varastot sopeutuvat välittömästi tavoitetasolleen. Nopealle sopeutumiselle ei ole teknisiä esteitä. Tämän näemyksen mukaan kerroin a on lähellä ykköstä.

Kirjoittajat perustelevat kantaansa sillä, että useissa tapauksissa havaitut varastoinvestoinnit vastaavat vain muutamien päivien myyntiä. Todistusaineistona nopean sopeutumisen puolesta Feldstein ja Auerbach käyttivät mm. arvioitujen myyntiennustevirheiden suuruutta suhteessa havaittuihin varaston muutoksiin. Koska myyntiennustevirheiden suuruusluokka edellyttää havaittuihin varastonmuutoksiin verrattuna paljon suurempia todellisia vaihteluita, täytyy varastojen sopeuttamisen halutulle tasolle tosiasiallisesti käydä nopeasti. Pieni tahattomien varastojen komponentti saattaa kirjoittajien mukaan esiintyä niiden myyntiennustevirheiden vuoksi, joihin ei ehditä aivan päätöksentekojakson

lopulla reagoida. Kirjoittajat siis käytännössä hylkäsivät varastojen puskurikäytön.¹²

Feldsteinin ja Auerbachin esittämä mielenkiintoinen hypoteesi perustuu kuitenkin hieman yksipuoliseen tarkasteluun. Ensinnäkään he eivät tarkastelleet lainkaan tuotannon ja varaston muutoskustannuksia puhumatkaakaan siitä, että olisivat vertailleet niiden keskinäistä merkitystä (vrt. luku 2.3). Toiseksi, vaikka varastojen muutokseen tarvittava tuotannon muutos suhteessa tuotantoon olisikin määrältään ja ehkä kustannuksiltaan vähäinen, sen ei tarvitse olla sitä yrityksen voittomarginaalilla, joka sekkin on pieni suhteutettuna tuotantovirtaan. Kun otetaan huomioon nämä tekijät, saattaa kuitenkin olla edullisempää pitää tuotanto suhteellisen stabiilina ja antaa varaston toimia puskurina.

Toisaalta aikaisemmin oli vallitsevana lähinnä empiiristen tutkimusten pohjalta saatu kuva: haluttu varastojen taso vaihtelee suhteellisen nopeasti ja olemassa olevat varastot sopeutuvat hitaasti tämän tason suuntaan.¹³ Tässä tapauksessa sopeutumiskertoimen a uskotaan olevan suhteellisen pieni. Perusteluna hitaalle sopeutumiselle ovat olleet lähinnä kustannus- ja rahoituskysymykset.

Blinder ja Fischer (1981) perustelevat varastojen hidasta sopeutumista muun muassa makrotason portfolioteoreettisella argumentoinnilla. Sen mukaan varallisuuden muutos jaetaan aina varastoinvestointien lisäksi myös kulutukseen ja rahavaraininvestointeihin, jolloin varastojen ei

¹²Esimerkiksi Suomessa yritysten varastot vastaavat keskimäärin - tarkastelutavan ja ajankohdan mukaan hieman vaihdellen - noin kahden kuukauden liikevaihtoa (ks. mm. Haavisto 1975, s. 41) ja suurimmat havaitut varastojen muutokset vuosineljänneksen aikana vastaavat 3 - 4 päivän myyntiä tasaisen taulukon mukaan. Vahvimmin nopean sopeutumisen kannalla ovat: Lieberman (1980), Maccini - Rossana (1981), Irvine (1981b), Atkinson (1981) sekä Tourunen (1980) (vuosiaineisto).

¹³Tätä Feldstein ja Auerbach väittävät harhaiseksi virheellisesti spesifioitujen mallien vuoksi, koska odotusvirheiden korjaus tapahtuu niissä nopeasti mutta toisaalta sopeutuminen varastojen haluttua tasoa kohti hyvin hitaasti. Hitaan sopeutumisen kannalla ovat mm. Blinder - Fischer (1981), Irvine (1981b, kestokulutushyödykkeiden kaupassa) ja Kanninen (1976).

ole välttämätöntä sopeutua nopeasti halutulle tasolle. Toisaalta Blinderin varastojen varjoarvokäsitteen mukaan ei varastojen haluttukaan määrä välttämättä muutu ajassa kovinkaan jyrkästi. Näin ollen Blinderin ja Fischerin voidaan sanoa tavallaan olevan kahden edellä kuvatun ja vaihtoehtoisen lähestymistavan välimaastossa: halutut varastot muuttuvat hitaasti, mutta myös sopeutuminen on hidasta.

Sopeutumisenopeuden vakioisuudesta on myös käyty kirjallisuudessa keskustelua. Yleensä sopeutumisenopeus on oletettu vakioksi. Toisaalta Blinderin (1982) mukaan sopeutumisenopeus riippuu muun muassa korkotasosta, joka viittaa suhdannetilanteen mukaan vaihtelevaan sopeutumisenopeuteen.¹⁴

Yllä olevasta keskustelusta ilmenee, että laajasti makrotasolla sovellettu joustavan akseleraation malli perustuu käytännössä erilaisiin ad hoc -ratkaisuihin. Varsinaista mikroteoreettisesti analysoitua käyttäytymisperustaa sillä ei ole, vaan malli liittyy hyvin löyhästi yrityksen voitonmaksimointikäyttäytymiseen. Esimerkiksi haluttuun varastokantaan vaikuttavat varastonpitokustannukset yleensä eksplisiittisesti, mutta sopeutumiskustannukset vaikuttavat (tähän liittyen hieman epäjohdonmukaisesti) ainoastaan implisiittisesti sopeutumisenopeuden välityksellä. Joustavan akseleraation tarkastelu on myös yleensä tehty staattisen analyysin näkökulmasta.

2.3 Kustannusfunktio tarkastelut

Kustannus- eli tappiofunktio tarkastelut pohjautuvat Holt - Modigliani - Muth - Simonin (1960) mikroteoreettiseen tarkasteluun yrityksen optimaalisesta varasto- ja tuotantomäärästä. Tarkastelun lähtökohtana

¹⁴Kanniaisen (1976) on soveltanut hypoteesia, jonka mukaan rahoitusmarkkinoiden kireyden vaihtelut ja sen johdosta kustannusten muutokset vaikuttavat varastoinvestointeihin sopeutumisenopeuden välityksellä. Kanniaisen sovellutuksessa kireysmuuttuja vaikuttaa additiivisena.

oleva yrityksen kustannusfunktio voidaan yleisesti kirjoittaa seuraavasti:

$$(4) \quad C = \sum_{t=0}^T R_t [d_1 V_t + d_2 (V_t - V_t^*)^2 + d_3 Q_t + d_4 (Q_t - Q_t^*)^2 + d_5 (Q_t - Q_{t-1})^2]$$

jossa

C = kokonaiskustannukset

V = varastokanta

V^* = haluttu varastokanta

Q = tuotanto

Q^* = haluttu tuotannon määrä

R_t = diskonttaustekijä ($R = \frac{1}{1+p}$ ks. kpl. 3.2.1)

d_i = yksikkökustannuksia ($i = 1...5$)

t = aika

Kokonaiskustannukset minimoidaan suunnittelujakson T aikana. Päättösmuuttujana on Q . Varastokanta (V_t) saadaan identiteetistä

$$(5) \quad V_t - V_{t-1} = Q_t - S_t,$$

kun myynti S oletetaan yrityksen kannalta annetuksi. Sijoittamalla yhtälöstä (5) ratkaistu varastokanta lausekkeeseen (4) saadaan tuotantomuuttujalle dynaaminen päätössääntö.

Varastoinvestointitarkasteluissa tasoihin liittyvillä kustannuksilla ei useinkaan ole merkitystä, jolloin d_1 ja d_3 oletetaan nolleksa.¹⁵ Samaten tuotannon suhteen katsotaan olevan merkitystä vain joko epätasa-

¹⁵Optimointiratkaisuissa ne jäävät vakioiksi, joilla ei ole muutostilanteissa merkitystä. Ks. lisäksi Hay (1970), jonka mukaan joustavan akseleraation tarkastelussa tuotannon muutuskustannukset tulisi olla eksplisiittisesti mallitettuina.

painokustannuksilla (d_4) tai muutokustannuksilla (d_5).¹⁶ Tarkastelunäkökulman mukaan jompikumpi näistä asetetaan nolllaksi. Esimerkiksi silloin, kun tarkastellaan ensisijaisesti varastopäätöstä, d_4 oletetaan nolllaksi.

Staattisissa tarkasteluissa yllä olevaa kustannusfunktiota muistuttavaa yksinkertaistettua muunnosta on käytetty hyväksi varastojen sopeutumisoikeutta koskevista tutkimuksista.¹⁷

$$(4a) \quad C = d_2(V_t - V_t^*)^2 + d_6(V_t - V_{t-1})^2$$

Minimoimalla tämä V :n suhteen saadaan lopputuloksena seuraavanlainen osittaisen sopeutuksen malli:¹⁸

$$(6) \quad V_t - V_{t-1} = \frac{d_2}{d_2 + d_6} (V_t^* - V_{t-1})$$

Mikäli varastojen muutokustannukset (d_6) eroavat nolllasta, varastot sopeutuvat osittain. Yleensä suurimmat varaston muutokustannukset aiheutuvat tuotannon muutoksista. Jos oletetaan, että muilla kuin tuotannon muutokustannuksilla ei ole merkitystä, voidaan yhtälön (4a) toisessa termissä korvata varastokanta (V) tuotannolla (Q).¹⁹ Tällöin varastojen osittaisen sopeutumisen taustalla on puskurivarastomotiivi,

¹⁶Mm. Willman (1984) on käyttänyt kyseistä kustannusfunktiota muodossa

$$C_t = \sum R_t [d_2(V_t - V_t^*)^2 + d_4(Q_t - Q_t^*)^2].$$

¹⁷Tämäntyyppistä kustannusfunktiota on käyttänyt Feige (1967), s. 465 - 467. Feigen sovellutus koski yritysten kassavarantoja. Vrt. Kanninen (1976), s. 24 ja 41.

¹⁸Ks. Tourunen (1980), s. 27.

¹⁹Vrt. Hay (1970). Lisäksi tuotakoon esille, että varastoinvestointien määräytyessä myynnin ja varastohankinnan välisenä erotuksena myös myyntiponnistelut tulisi periaatteessa ottaa huomioon vaihtoehtoisena kustannuseränä varastonmuutokustannuksille. Niiden ajoituksellinen yhteys varastoinvestointeihin ei kuitenkaan ole yhtä suoraviivaisesti esitettävissä kuin esim. tuotannon.

kun varastoja käytetään tuotannon muutoskustannusten vähentämiseksi. Sopeutuminen on sitä hitaampaa, mitä suuremmat tuotannon muutoskustannukset ovat verrattuna varaston epätasapainokustannuksiin. Ääritapauksessa, mikäli varastonpitoon liittyvät rajakustannukset ovat vakioiset ja tuotannossa kohdataan nousevat rajakustannukset, kannattaa tuotanto pitää muuttumattomana ja antaa varaston toimia täydellisenä puskurina.²⁰ Esimerkiksi Feldsteinin ja Auerbachin nopean sopeutumisen hypoteesi saattaisi olla perusteltavissa jonkin vastaavanlaisen äärioletuksen vallitessa.

Yrityksen tuotantokustannusfunktio on nouseva ja kovera, kun oletetaan osa tuotantotekijöistä kiinteiksi eli oletetaan vähenevät tuotot.²¹ Tätä tilaa on yleensä approksimoitu kvadraattisella funktiolla. Yksikökustannukset sen sijaan oletetaan yleensä tuotannon määrästä riippumattomaksi vakioksi (periodin sisällä).

Myös muuttuviin kustannuksiin tuotannon vaihtelevuus sinänsä saattaa tuoda ylimääräisiä menoeriä. Tuotantoa kasvatettaessa joudutaan mahdollisesti teettämään kalliita ylitöitä tai kouluttamaan lisätyövoimaa. Tuotantoa vähennettäessä taas joudutaan mahdollisesti työt organisoimaan uudelleen, työvoiman irtisanominen saattaa aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia jne. (Peterson - Silver (1979)).

Kokonaisvarastojen kannalta tuotanto ei ole ainoa varastonmuutoskustannusten lähde, vaan myös hankinnat yrityksen ulkopuolelta aiheutta-

²⁰Vrt. Blinderin (1982) saama tulos: tuotannon ja hinnan muutos kysyntäshokin seurauksena on sitä vähäisempi mitä pienemmät varastojen rajakustannukset ovat.

²¹Tuotantokustannusten spesifioinnissa esimerkiksi Amihud - Mendelson (1983) tekevät oletuksen, että kiinteät kustannukset eivät vaikuta lainkaan myynti-tuotantopäätökseen (varastoinvestointipäätökseen). Lisäksi oletetaan muuttuvien tuotantotekijöiden vakioskaalatuetot. Vakioskaalatuettojen soveltamiseen ovat päätyneet myös Brunner - Cukierman - Meltzer (1983). Myös Reagan - Weitzman (1982) sekä Reagan (1982) lähtevät vakioisten tuotantokustannusten oletuksesta. Sen sijaan Blinder (1982), Blanchard (1983) sekä Eichenbaum (1983) ovat olettaneet kvadraattisen tuotantokustannusfunktion. Teollisuudessa jälkimmäinen on soveliaampi. Kaupassa sen sijaan saattaa olla perusteltua käyttää vakioskaalakustannuksia tai peräti väheneviä rajakustannuksia kuten vähittäiskaupassa Blinder (1981b):

vat kustannuksia. Koko yrityssektorin tasolla yritysten ulkopuolisilla hankinnoilla on relevanssia vain teollisuuden raaka-ainevarastoissa ja kaupan tuontivarastoissa. Koska tässä tutkimuksessa tarkastellaan lopputuotevarastoja, ei ulkopuolisten hankintojen kustannuksiin puututa tässä yhteydessä.²²

Kvadraattista varastokustannusfunktiota ovat soveltaneet muun muassa Blanchard (1983) ja Blinder (1982). Haluttuna varastokantana (V^*) ovat useimmiten minimikustannusvarastot. Blinder esimerkiksi olettaa, että $V^* = 0$, koska hän lukee tilauskannan negatiiviseksi varastoksi. Keskeisenä ajatuksena varastojen kvadraattisessa kustannusfunktiossa on varastojen epätasapainokustannusten nopea kasvu, kun poiketaan varastojen optimaalisesta määrästä. Jos varastot ovat yli optimaalisen määrän, maksetaan turhia varaston ylläpitokustannuksia. Lisäksi riskit tavaran vanhenemisesta, hintojen laskusta yms. suurenevat. Päinvastaisessa tapauksessa tuotteen loppumiseen liittyvät riskit kasvavat. Tilauskannan paisuessa yrityksen myyntiriskit kasvavat.

Varastojen ylläpitokustannukset vaikuttavat sekä varastoihin että epäsuorasti tuotantoon varastokäyttämisen välityksellä. Varastointikustannusten muuttuessa myös varastojen optimaalinen määrä eli tuotannon ja myynnin välillä kuluva aika (varastojen kiertonopeus) muuttuu. Tämä muuttaa mahdollisuuksia varastojen puskurikäyttöön ja näin ollen tuotannon "suojaamiseen" yllätyksiltä.

Empiiriseltä kannalta on huomionarvoista, että eri varastokustannusten suhdannekäyttäytyminen ja ennustettavuus vaihtelee. Mitä paremmin tietty kustannus on ennakoitavissa, sitä suuremman merkityksen se saa päätöksenteossa (Irvine 1981b). Toisaalta suhdannetarkastelussa kustannusmuuttujat, jotka vaihtelevat suhdanteittain, ovat relevantimpia

²²Tilattaessa yrityksen ulkopuolelta hankittavat hyödykkeet mahdollisimman suurina erinä saadaan yksikköhinta tavallisesti edullisimmaksi. Toisaalta tästä seuraa se, että varastojen vaihtelut muodostuvat suuriksi, millä puolestaan on ylläpitokustannuksia lisäävä vaikutus. Lisäksi, jos hankintavälien pidetessä varastot päästetään kovin pieniksi ennen uutta tilausta, kasvaa tavaran kesken loppumisen riskit. Maksimoimalla mainittujen tuottojen ja kustannusten erotus saadaan optimaalinen varastohankintapolitiikka (Blinder, 1981b).

kuin ajassa suhteellisen stabiilisti ja ennustettavasti käyttäytyvät kustannuserät.

Samoin kuin akseleraatiosovellutuksissa myös kustannusfunktio tarkasteluissa joudutaan turvautumaan ad hoc -luonteisiin perusteluihin halutun varastokannan määrittelyssä.²³ Lisäksi kustannusfunktio tarkastelussa ei käsitellä lainkaan yrityksen tuloja ja niitä mää rä äävien tekijöiden vaikutusta varastokäytt äytymiseen.

2.4 Voittofunktioon perustuva lähestymistapa

Voittofunktio lähestymistavassa saavutetaan se etu, että mikroteoreettisesti voidaan johtaa partiaalinen varastokäytt äytymisyhtälö ilman, että joudutaan turvautumaan halutun varastokannan käsitteeseen.²⁴ Viime aikoina on varastoinvestointien dynamiikkaa voittofunktion puitteissa ruvettu tutkimaan intertemporaalisen substituution näkökulmasta.²⁵ Siinä varastonpito-ongelmaa lähestytään odotuksiin pohjautuvan spekulatiivisen varastokäytt äytymisen suunnasta.

Intertemporaalisen voitonmaksimointikäytt äytymisen sovellutuksen varastoinvestointeihin esittivät ensimmäisinä toisistaan riippumattomasti lähes samaan aikaan Smithies (1939) ja Shaw (1940). Tämä lähestymistapa perustuu siihen, että kun yrityksen kustannukset ja yrityksen

²³Ks. Trivedi (1984), jossa on esitetty käytettyjä erilaisia vaihtoehtoisia sovellutuksia haluttuun varastokantaan vaikuttavista tekijöistä.

²⁴Koska suunnitellut varastoinvestoinnit tulevat suoraan tästä kehikosta, voidaan sen sijaan puhua optimaalisista varastoinvestoinneista, koska varastoinvestointipäätökseen vaikuttavat eksplisiittisesti kaikki relevantit tekijät.

²⁵Tässä luvussa jäljempänä esillä olevien Philipsin (1983) ja Blinderrin (1982) tutkimusten lisäksi mainittakoon mm. Arvan - Moses (1982), Reagan - Weitzman (1982), Reagan (1982), Amihud - Mendelson (1983), Blanchard (1983) ja Eichenbaum (1983).

kohtaama kysyntä vaihtelevat ajassa, yrityksen kannattaa vaihdella myyntinsä ja tuotantonsa määriä. Tuotannon ja myynnin eriaikainen vaihtelu aiheuttaa varaston muutoksia.²⁶

Smithiesin mukaan oletetaan yleisesti, että yrityksen toimintahorisontti (t) käsittää aikavälin $0, \dots, T$. Jokaiselle hetkelle t on olemassa tietty hetkellinen kysyntäfunktio. Oletetaan että ainoat varastointikustannukset ovat korkokustannukset ja että yrityksen tuotannon rajakustannukset ovat tuotantomäärän nouseva funktio. Tällöin yrityksen voiton maksimointi tapahtuu seuraavasti:

$$(7) \quad \max \int_0^T e^{-\rho t} (pS - wQ) dt$$

jossa

- t = aika ($0, \dots, T$)
- ρ = aikapreferenssin aste (korko)
- p = hinta
- S = myynti
- w = tuotantokustannukset
- Q = tuotanto
- $e^{-\rho t}$ = diskonttaustekijä

lausekkeessa $S = S(t)$ ja $Q = Q(t)$

$p = f(S, t)$ (kysyntäfunktio)

$w = f(Q, t)$ (yksikkökustannukset)

Rajoituksena on, että koko toimintajaksolla tulee myynnin ja tuotannon olla keskenään yhtä suuria, ts.

$$(8) \quad \int_0^T (Q - S) dt = 0$$

Koska tuotannon ja myynnin välinen erotus määrittelee varastojen (V) muutosnopeuden ($dV/dt = V'(t)$), yhtälö (8) voidaan kirjoittaa muotoon

²⁶Tässä esitettävä katsaus perustuu Philipsin (1983) esittämiin tulkin-toihin Smithiesin ja Shawn tutkimuksista.

$$(9) \quad \int_0^T V'(t) dt = 0$$

Rajoitetun maksimointiongelman ratkaisu määrää tuotannon, myynnin (ja varastonmuutoksen) sekä hinnan optimaaliset aikaurat ja antaa intertemporaaliseksi substituuosäännöksi

$$(10) \quad e^{-\rho t} (p + S \frac{\partial p}{\partial S}) = e^{-\rho t} (w + Q \frac{\partial w}{\partial Q}) = \lambda,$$

jossa yhtälöön (9) liittyvä kerroin λ on vakio. Intertemporaalisen substituuosäännön mukaan siis voitto maksimoituu, kun myynnin rajatulon ja tuotannon rajakustannusten nykyarvot ovat joka hetki muuttumattomana samansuuruiset. Varastojen rajoittaminen positiiviseksi ($V(t) > 0$) edellyttää lisäksi, että kysyntä- ja kustannuskäyrät siirtyvät eksponentiaalisesti ylöspäin korkoa suuremmalla nopeudella siten, että kustannuskäyrä kohoaa kysyntäkäyrää nopeammin.

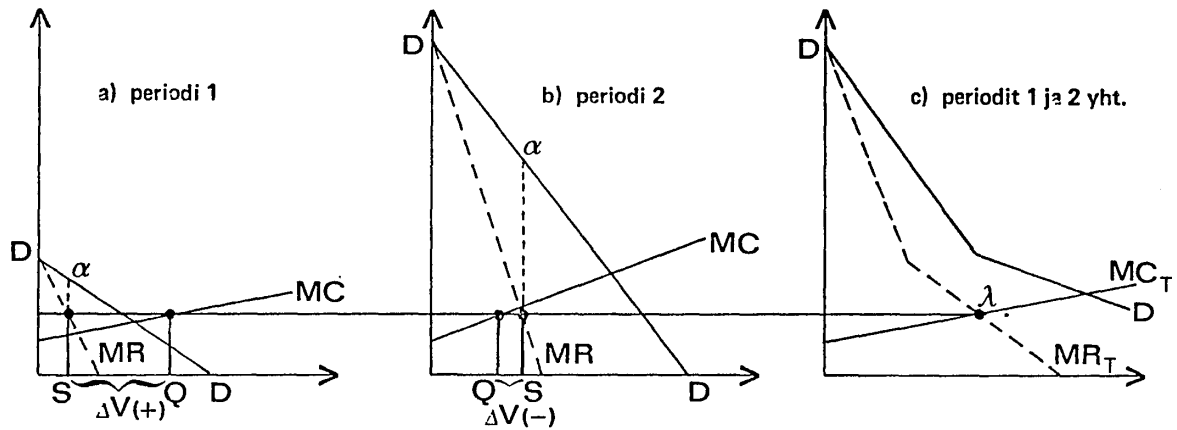
Shaw käytti diskreettiin aikaan perustuvaa graafista analyysia. Yllä kuvattua varastojen intertemporaalista substituuotiota voidaan havainnollistaa tällöin seuraavasti (kuvio 1.a - f). Periodin 1 alussa yritykset odottavat kysynnän vahvistuvan seuraavalla periodilla. Samoin tuotantokustannusten odotetaan nousevan 2. periodilla. Voiton maksimointi edellyttää näiden periodien kokonaisrajakustannusten (MC_T) ja -tuoton (MR_T) leikkauspistettä λ vastaavan kustannustason löytämistä (kuvio c). Voitto maksimoituu tällöin, kun kumpanakin periodina myydään määrä (S), jonka rajatulo (MR) yhtyy koko periodin rajatuloon (MR_T) ja vastaavasti tuotetaan (Q) siten, että rajakustannukset yhtyvät. Tällöin ensimmäisellä periodilla suunnitellaan tapahtuvan varastojen lisäystä (ΔV) ja toisella purkamista (kuviot a ja b).

Toisen periodin alussa yritykselle oletetaan kertyneen myyntivalmista varastoa V :n verran (kuvio d). Voiton maksimoiseksi haetaan jälleen periodien 2 ja 3 λ :n arvoa. Olemassa oleva varasto²⁷ aiheuttaa sen, että tuotannon rajakustannuskäyrä on siirtynyt oikealle, mikä pien-

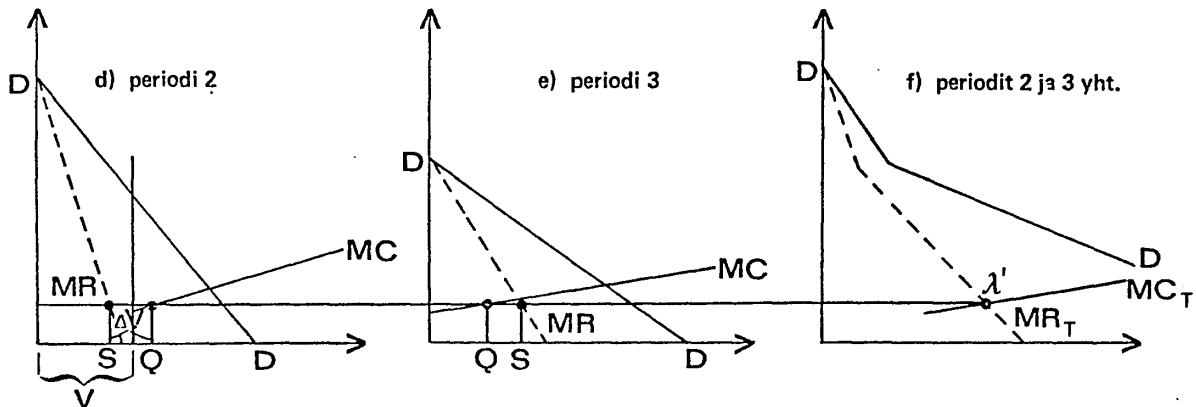
²⁷Oletetaan homogeeninen täysin varastoitavissa oleva tuote.

Kuvio 1

ODOTUKSET JA SUUNNITELMAT PERIODIN 1 ALUSSA (a – c)



ODOTUKSET JA SUUNNITELMAT PERIODIN 2 ALUSSA (d – f)



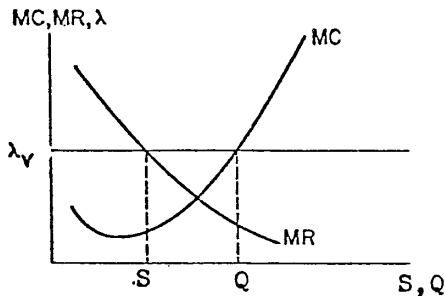
tää λ' :a varastottoman tilanteen vastaavaan arvoon verrattuna (kuvio f). Tämän takia suunnitellaan suurempaa myyntiä ja pienempää tuotantoa kuin muuten (eli varastoinvestoinnit ovat vähäisemmät, kuviot d ja e). Varastokannan vaikutus varastoinvestointeihin on täten negatiivinen.

Tahattomia varastoinvestointeja syntyy mm. silloin, kun kysynnän voimakkuus ei olekaan odotetun suuruisia (vrt. esim. kuvioita b ja d; rajatulokäyrä on periodilla 2 aiemmin odotettua enemmän vasemmalla). Periodin 3 varastosuunnitelmat määräytyvät siitä, miten voimakasta kysyntää kustannuksiin nähden odotetaan. Samantapainen vaikutus on odotettujen ja toteutuneiden kustannusten erotuksella.

Samankaltaiseen ratkaisuun on hieman eri tietä päätenyt Blinder (1982). Lähtökohdiana hänen analyysissään on varastojen varjoarvo, λ_v , joka määräytyy pääasiassa pitkän aikavälin myyntinäkömien ja varaston koon välisen suhteen perusteella. Kuviossa 2 esitettynä varaston varjoarvo- ja rajatulokäyrien (MR) leikkauspiste määrää myynnin (S) suuruuden sekä toisaalta rajakustannusten (MC) vastaavan leikkauspisteen perusteella määräytyy tuotanto (Q). Varastoinvestoinnit tulevat kulloisenkin tuotannon ja myynnin erotuksena.

KUVIO 2

Varastoinvestoinnit varastojen varjoarvon, rajakustannusten ja rajatulojen määrääminä



Blinderin varastojen varjoarvoon λ_v vaikuttavat myyntinäkömät voisivat hyvin olla esimerkiksi rajatulo-odotuksia. Varastojen koon ja vastaa-

vasti tuotannon rajakustannusten välinen yhteys sen sijaan ei ole yhtä selväpiireisesti tulkittavissa. Voidaan tietenkin ajatella, että mitä pienemmät tuotannon rajakustannukset ovat, sitä isompi varasto pystytään tuottamaan.²⁸ Molemmilla (Blinderin ja Philipsin (Smithies ja Shaw)) tulkinoilla on joka tapauksessa samansuuntainen vaikutus omiin λ -muuttujiinsa, joiden merkitys on keskeinen varastoinvestointien kannalta.

2.5 Yritysverotuksen vaikutus varastoinvestointeihin

Suomen erityisolosuhteiden vuoksi verotuksen vaikutuksia varastoinvestointeihin on täkäläisessä kirjallisuudessa pohdittu suhteellisen paljon. Suomen yritysverolainsäädäntöön sisältyy oikeus varastojen aliarvostamiseen aina 50 prosenttiin hankintahinnasta. Ennen vuotta 1969 aliarvostusoikeus oli 100 prosenttia. Varastojen aliarvostuksen avulla voidaan säädellä yrityksen verotettavaa tulosta. Esimerkiksi tapauksessa, jossa aliarvostusoikeutta ei ole aikaisemmin käytetty maksimaalisesti hyväksi, voidaan varastovarausta lisäämällä haluttaessa pienentää näytettävää voittoa. Tässä tapauksessa fyysistä investointia ei ole välttämätöntä tehdä. Jos sen sijaan kuluvaranto on käytetty loppuun, ainoa keino tuloksen tasaukseen on kasvattaa varastoja. Negatiivinen voittokehitys puolestaan aiheuttaa vastaavasti alkuun varastovaurauksen pienentämistarpeen ja lopulta varastojen fyysisen purkamisen. Tämän niin kutsutun veropaineen on epäilty kärjistävän varastoinvestointien suhdannevaihteluita.²⁹

²⁸Blinderin oma tulkinta ei ole kovin selkeästi esitetty eikä suoraan sovellettavissa kuvion 1 käsitteistöön. Blinderin tulkinta lähtee siitä, että tuotannon määrä riippuu negatiivisesti varastojen koosta. Nousevien rajakustannusten vallitessa kysynnän esimerkiksi kasvaessa pienten varastojen lisätäydennys tulee kalliimmaksi kuin suurten, jotka vaativat pienemmän lisätuotannon. Tällöin varaston varjoarvo määryytyy käänteisesti varaston koosta (ks. Blinder (1981a)). Lisäksi suurten varaston myyntiriskit ovat suuremmat kuin pienen.

²⁹Ks. Kanniainen - Honkapohja (1979) ja Honkapohja - Kanniainen (1981). Leppä - Sourama (1982) nimeävät tuloksentasauksen jopa erääksi varastonpitomotiiveista (Suomen olosuhteissa).

Veropaineen vaikutukset haluttuun varastoon voidaan ottaa huomioon eri tavoin. Ensinnäkin voidaan yritysverotus ja varastovaraus sisällyttää varastojen pääomakustannuksiin.³⁰ Varastojen aliarvostus sallii kustannuksettomana verovelkaantumisen ja vähentää tältä osin varastonpitokustannuksia.³¹

Tätä etupäässä tulonjako-ongelmiin liittyviin tarkasteluihin³² sovellettua kustannusmuuttujaa saattaa olla hankala käyttää empiirisessä analyysissä. Vaikka varastojen velkarahoituksen ja sisäisen rahoituksen keskinäisen jakautumisen arviointi ei ole helppo ja ongelmaton tehtävä, voidaan tietyin edellytyksin olettaa (ks. kappaleet 4.2.3 ja 4.2.4), että velkarahoituksen osuus on hallitseva. Tällöin varastovaruksen merkitys nimenomaan varastokustannuksia alentavana tekijänä jää joka tapauksessa pieneksi.

Toisena vaihtoehtona on yrittää soveltaa erillistä veropainetta kuvaavaa indikaattorimuuttujaa, jossa esimerkiksi varastovaraus on yhdis-

³⁰Ks. esim. Kanniainen - Ylä-Liedenpohja (1982) ja Kanniainen - Hernesniemi (1984); varastojen pääomakustannukset (V_{UC}) ovat muotoa:

$$V_{UC} = br + \frac{i(1-b-tv)}{1-t} - \dot{p}$$

jossa

b = velkarahoituksen osuus

r = lainakorko

i = yrityksen oman pääoman tuottoaste

t = tuloveroaste

v = varastojen aliarvostusaste

p = inflaatiovauhti

³¹Tietyissä tapauksissa (kuluvarannot loppuun käytetyt + inflaatio-odotukset) tämä saattaa johtaa paradoksaaliselta näyttävään tilanteeseen: kustannusten alentamiseksi joudutaan hankkimaan lisää varastoja.

³²Verotuksen vaikutus varastojen tasoon ym. Ks. Honkapohja - Kanniainen (1981) ja Kanniainen - Ylä-Liedenpohja (1982).

tetty tuloskehitykseen.³³ Yrityksen tilivuoteen liittyvänä muuttujana varastovarauksen aikasarjakäyttäytyminen saattaa sisältää erilaisen kausivaihtelun kuin muut kustannusmuuttujat. Tällaisissa tapauksissa on perusteltavissa sen erillinen käsittely (voittokehitykseen yhdistettynä) neljännesvuosiaineistossa. Ongelmana tällaisen veropainemuuttujan käytössä on se, että se voitonmaksimointikehikossa on yleisesti ottaen endogeeninen.

³³Tällaisen partiaalisien ad hoc -indikaattorin ($d \cdot \Pi$) vaikutus varastoihin on seuraava:

$$\frac{\partial V}{\partial (d \cdot \Pi)} > 0$$

jossa

Π = yrityksen voitot (poistojen jälkeen)

d = varastojen aliarvostusaste (aliarvostus/maksimaalinen aliarvostusoikeus) ($0 < d < 1$)

Yrityksen kannattavuuden parantuessa pyritään varastoja lisäämään sitä voimakkaammin, mitä lähempänä maksimaalista aliarvostusoikeutta ollaan.

3 ESTIMOITAVAN VARASTOINVESTOINTIMALLIN LAATIMINEN

3.1 Käsillä olevan tutkimuksen lähtökohdat, oletukset ja rajoitukset

Tarkastelun mikroteoreettinen lähtökohta on nk. edustava yritys, joka ominaisuuksiltaan pyrkii kuvaamaan mahdollisimman hyvin yrityssektorin keskimääräisiä olosuhteita. Lähestymiskulmana on intertemporaalisen voittofunktion sovellutus periodianalyysiin.³⁴ Voittofunktiolähestymistapa valittiin, koska se on mikroteoreettisesti parhaiten perusteltavissa, kuten aiemmin todettiin (luku 2). Tähän lähestymistapaan ei liity halutun varaston käsi-tettä eikä näin ollen myöskään varastojen osittaista sopeutumista. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että intertemporaalisessa voitonmaksimointikäyttäytymisessä ei olisi lainkaan sopeutumishitauksia. Esimerkiksi kun päätöksentekoon vaikuttavien tekijöiden odotetusta kehityksestä saadaan uutta informaatiota tai havaitaan yllättävä odottamaton kehitys, tarvitaan aikaa, jotta voidaan asennoitua uudelleen muuttuneeseen tilanteeseen, hahmotella ja selkeyttää muuttuneita käsityksiä sekä varmistua muutoksen pysyvyydestä. Intertemporaalisen voitonmaksimoinnin kehikossa sopeutusprosessin ajatellaan tapahtuvan etupäässä odotusten muuttumisen yhteydessä, jolloin kysymys on itse asiassa odotusten sopeuttamisesta (vrt. tässä yhteydessä mm. Feldstein - Auerbachin haluttujen varastojen hidas sopeuttaminen, kappale 2.2).

³⁴Vaihtoehtoista lähestymismetodeista jatkuvan ajan tarkastelu edellyttää empiiristä kokeilua silmälläpitäen joka tapauksessa jossain vaiheessa näkökulman muuntamista diskreetissä ajassa tapahtuvaksi. Partiaalitarkastelussa dynaamisen jatkuvan ajan -malli on siinäkin suhteessa hankala, että sen käyttäminen saattaisi helposti vaatia myös kysyntäpuolen dynamisoitua (vrt. Arvan - Moses'in (1982) oletus tuotannon epäjatkuvuudesta). Diskreetin ajan yleisen ratkaisun täydellinen läpiviemi johtaa suhteellisen raskaaseen matemaattiseen manipulointiin. Lisäksi empiirisen estimoinnin suorittaminen vastaa vaikeusasteeltaan estimoitavan yhtälön teoreettista johtamista. Esimerkiksi Blanchardin (1983) tällä tavoin saamien estimointitulosten merkittävyydestä verrattuna konventionaaliin joustavan akseleraation varastoyhtälöihin ei kuitenkaan ole voitu tehdä kovinkaan vakuuttavia päätelmiä.

Yrityksen voitonmaksimointi - tietyille sijoitukselle pyritään saamaan mahdollisimman suuri tuotto - kattaa teoriassa yrityksen koko eliniän. Tämä on tavallisesti useita vuosikymmeniä. Käytännössä tämä kokonaisuus osittuu huomattavasti lyhyempiin ajanjaksoihin tarkastelukulmasta riippuen. Lisäksi yrityksen sijoituskohteet saattavat esiintyä lukuisissa eri muodoissa, joihin vaikuttavat simultaanisesti monet tekijät mukaan lukien sijoituskohteiden keskinäiset vuorovaikutukset.

Yrityksen yleisen voitonmaksimointiongelman ratkaisu tuottaisi periaatteessa osaratkaisuna myös varastoinvestoinnit. Koska yleisen ratkaisun löytäminen ei käytännössä onnistu, rajataan tässä tutkimuksessa mielenkiinto partiaalisesti suhteellisen lyhyen aikavälin varastokäyttäytymiseen. Tällöin ongelman pelkistämiseksi ja hahmottelemiseksi joudutaan käyttämään joitakin rajoittavia oletuksia.

Yhden yhtälön partiaalisen käyttäytymisanalyysin onnistumisen kannalta on ratkaisevaa, miten rekursiivinen kyseessä oleva päätöksentekoprosessi on. Tarkastelun simultaanisuutta voidaan rajoittaa olettamalla yrityksen päätöksentekoprosessi hierarkkiseksi ja rekursiiviseksi ketjuksi. Tällöin ensiksi päätetään yrityksen pitkän aikavälin sijoitukset sellaisiksi, että niiden odotetut voitot maksimoituvat. Näiden jälkeen tarpeen mukaan päätetään lyhyemmän aikavälin eteen tulevista ongelmista siten, että voiton maksimointiehto aina täyttyy. Näin päätöksenteossa edetään hierarkkisesti pitkän aikavälin päätöksenteosta yhä lyhyemmän aikavälin ongelmiin.³⁵

Muun muassa käytettävän havaintovälin pituus vaikuttaa siihen, miten simultaanisesti varastokäyttäytymistä joudutaan analysoimaan. Simultaanisuus kasvaa havaintovälin pidetessä. Jos havaintoaikaväli saadaan niin lyhyeksi, että rekursiivisuusedellytys varastojen osalta on olemassa, on varastoinvestointeja mahdollista tarkastella yhden yhtälön kehikossa. Neljännesvuosiaineistossa tuskin voidaan välttää tiettyä simultaanisuutta tuotannon, varastojen ja rahoitusomaisuuden välillä. Ainakin vuosiaineistolla tehdyt Kostiaisen (1982) ja Tourusen (1980)

³⁵Vrt. Vickers (1968), s. 49.

portfoliotutkimukset osoittavat vaikutuksia myös rahoitusomaisuudesta vaihto-omaisuuteen päin. Käytettävissä olevat tilastot rajoittavat kuitenkin tarkastelun neljännesvuosiaineistoon.

Tässä tutkimuksessa oletetaan, että yrityksen päätöksenteko voitonmaksimoinnissa on ainakin siinä määrin rekursiivista, että kiinteät investoinnit päätetään ennen varastoinvestointien lukkoon lyömistä. Tämän tutkimuksen kannalta kiinteä tuotantokapasiteetti oletetaan siten annetuksi.

Jäljelle jää kysymys, missä määrin varastoja voidaan pitää riippumattomina muista päätöksentekoketjun vaihtoehtoisista sijoituskohteista. Vastaus riippuu luonnollisesti varastojen asemasta yrityksessä. Varastot ovat yrityksille yleensä pikemminkin yksi toiminnan välivaihe kuin merkittävä sijoituskohde,³⁶ jolloin yritysten näkökulmasta varastokysyntä on johdettua kysyntää. Tämä ei kuitenkaan sulje pois sitä mahdollisuutta, että kun varastot ovat täyttäneet muut vaadittavat kriteerit (esimerkiksi transaktiomotiivin mukainen varastojen suhde myyntiin), jäljelle saattaa jäädä myös eräänlainen itsenäinen spekulatiivinen varastoinvestointielementti. Tällöin varastotarkasteluissa tulee jossain muodossa ottaa huomioon myös vaihtoehtoisten sijoituskohteiden (lähinnä rahoitusomaisuuden) tuotto.

Yrityksen oletetaan kohtaavan laskevan kysyntäkäyrän. Oletus on osittain tehty mukavuussyistä, koska horisontaalisen kysyntäkäyrän tapauksessa tulisi lisäksi olettaa eksplisiittisesti epävarmuus tulevaisuuden odotusten suhteen, jotta intertemporaalinen substituuutiokäyttäytyminen olisi mielekästä.³⁷ Kun oletetaan, että yrityksen päätöksenteko tapahtuu varmuuden vallitessa, jätetään itse asiassa varovaisuusmotiivi mallissa huomiotta. Epävarmuustekijöiden empiiristen vastineiden

³⁶Huomattavimpana poikkeuksena ovat ehkä tukkuliikkeet, joiden toiminnan voidaan sanoa puhtaimmillaan perustuvan varastoihin.

³⁷Ks. Philips (1983), s. 87.

muodostaminen on kuitenkin hankalaa,³⁸ eikä toisaalta tällä yksinkertaistamisella ole analyysin kannalta ratkaisevaa vaikutusta. Koko yrityssektoriin sovellettuna laskevan kysyntäkäyrän oletus lienee realistinen, vaikka yksittäisen yrityksen osalta saattaisi joissain tapauksissa täydellisen kilpailun oletus ja horisontaalinen kysyntäkäyrä soveltua paremmin. Kysyntäkäyrän sijainti ja muoto ovat yrityksen kannalta eksogeenisiä.

Koko yrityssektorin tapauksessa on a priori vaikea päätellä, miten herkästi yritykset reagoivat kysyntäsokkiin joko myynnin tai hinnan muutoksella. Reagointitapa riippuu monista tekijöistä, muun muassa tuotteiden varastoitavuudesta, kapasiteettitilanteesta, siitä, uskotaanko sokin olevan pysyvä vai tilapäinen, sekä siitä, miten suuret lähtövarastot suhteessa haluttuihin sattuvat olemaan.³⁹ Empiirisen analyysin perustaksi riittää kuitenkin oletus, että kysyntäsokki aiheuttaa ainakin jossakin määrin samansuuntaisen muutoksen myynnin määrässä.

Panosmarkkinoilla oletetaan, että yrityksen kysynnän vaihtelut eivät vaikuta tarjottavien panosten yksikköhintaan. Tuotantopanokset käsittävät työvoiman lisäksi mm. materiaali- ja energiapanoksia. Oletuksen tarjottavien panosten yksikköhinnan eksogeenisuudesta ei koko yrityssektorin osalla välttämättä - varsinkaan palkkojen kohdalla - tarvitse pitää paikkaansa. Tarpeeksi lyhyellä aikavälillä lienee kuitenkin mahdollista tehdä tämä oletus. Materiaali- ja energiakustannusten osalta talouden avoimuus lisää oletuksen realistisuutta. Lisäksi todettakoon, että yrityksen kannalta tuotannon muutokset sinänsä saattavat myös aiheuttaa kustannuksia.

Yllä kerrotun nojalla voidaan edustavan yrityksen kannalta lähteä siitä, että tuotteiden kysyntäkäyrä ja tuotantopanosten tarjontakäyrä

³⁸Lähinnä sopivimpana epävarmuuden empiirisenä vastineena kyseeseen saattaisi tulla jokin korkomuuttuja, mikäli tämän voitaisiin olettaa kertovan vallitsevasta aikapreferenssistä ja mikäli sen puolestaan oletetaan kertovan vallitsevista odotusten epävarmuuksista.

³⁹Ks. Blinder (1982). Vrt. myös Sukselaisen (1983) tutkimus Suomen teollisuuden hinnanmuodostuksesta.

ovat molemmat eksogeenisiä ja toisistaan separoituvia varsinkin lyhyellä aikavälillä.

3.2 Intertemporaalinen voitonmaksimointi

Aluksi lähdetään liikkeelle luvussa 2.4 graafisesti käsitellystä voitonmaksimoinnin kahden periodin analyysistä, joka matemaattisesti osoitetaan päteväksi. Sen jälkeen tehdään lähinnä mukavuussyistä rajoitus, jonka mukaan myyntimäärä ja hinnat ovat yrityksen kannalta annetut. Tämä yksinkertaistus helpottaa tiettyjen erikoistapausten käsittelemistä ja on helpommin empiirisesti sovellettavissa ilman, että johtopäätökset vaikutussuunnista muuttuisivat. Koska voitonmaksimointi kääntyy rajoituksen vuoksi kustannusten minimoinniksi, lähestytään tältä osin kustannusfunktio tarkastelua (luku 2.3). Koko suunnitteluhorisonttia koskevan päätöksenteon oletetaan tapahtuvan aina kunkin periodin alussa. Tällöin kaikki muuttujien arvot ovat joko odotuksia (esimerkiksi kysyntäkäyrän sijainti, yksikkökustannukset) tai suunnitelmia (esimerkiksi tuotannon määrä). Tässä luvussa poiketaan käsitteilyn yksinkertaistamiseksi aiemmin määritellyistä odotusten merkintätavasta.

3.2.1 Voitonmaksimointi 2-periodianalyysissä

Kuviossa 1 esitettyssä perioditarkastelussa jouduttiin graafisista syistä kustannuksissa rajoittumaan tuotantokustannuksiin. Nyt voidaan varastonpitokustannukset sisällyttää eksplisiittisesti malliin. Koska korko ei ole ainoa varastonpitokustannuksiin vaikuttava tekijä (kpl 4.2.3), ei pelkkä diskonttaustekijä periaatteessa riitä edustamaan näitä kustannuksia, kuten Smithies (1939) oletti,⁴⁰ vaan varastokustan-

⁴⁰Sen lisäksi tulisi (usein hallinnollisesti määrätyn) koron ja yrityksen aikapreferenssin täydellisesti yhtyä.

nuksia käsitellään samanlaisena additiivisena suureena kuin tuotanto-kustannuksiakin.

Kahden periodin kehikossa voidaan yrityksen voittolauseke kirjoittaa seuraavasti:⁴¹

$$(11) \quad \Pi = t_1(S_1, p_1) + Rt_2(S_2, p_2) - c_1(Q_1, w_1) - Rc_2(Q_2, w_2) \\ - i_1(Q_1 - S_1, r_1)$$

rajoituksin:

$$Q_1 + Q_2 - S_1 - S_2 = 0$$

$$(Q_1 - S_1 = \Delta V \geq 0)^{42}$$

$$Q_1, Q_2, S_1, S_2 \geq 0$$

$$p_1, p_2, w_1, w_2 \geq 0$$

S = myyntimäärä

p = myyntihinta

Q = tuotantomäärä

w = tuotantokustannusten yksikköhinta

V = varastokanta

r = varastonpitokustannusten yksikköhinta

t = myyntitulot

c = tuotantokustannukset

i = varastonpitokustannukset

⁴¹Vrt. Virén (1984).

⁴²Yleensä rajoitetaan varastot positiivisiksi, mutta esimerkiksi tilauskanta voidaan käsittää negatiiviseksi varastoksi. Näin ollen esimerkiksi tilaustöitä valmistavassa teollisuudessa tätä rajoitusta ei tarvita.

R = diskonttaustekijä⁴³

Alaindeksi tarkoittaa odotuksia tai suunnitelmia kyseisen periodin suhteen:

1 = kulmassa oleva periodi,

2 = seuraava periodi.

Odotukset muodostetaan periodin 1 alussa.

Funktioiden ominaisuudet oletetaan seuraavanlaisiksi:

$$t_S > 0, \quad t_{SS} \leq 0$$

$$c_Q > 0, \quad c_{QQ} \geq 0$$

$$i_{\Delta V} > 0, \quad i_{\Delta V \Delta V} \geq 0$$

Kustannusfunktioiden kohdalla käytetään standardioletuksia nousevista rajakustannuksista (vrt. luku 2.3). Esimerkiksi olettamalla kvadraattinen kustannusfunktio saadaan se yksinkertaistava etu, että rajakustannusten muutosnopeus on vakio.⁴⁴

Tuotantokustannusfunktiota hankalamman ongelman muodostaa tulofunktio, jonka molemmat argumentit ovat endogeenisiä. Tulofunktiota onkin syytä tarkastella tässä hieman lähemmin.

Yrityksen myyntitulot muodostuvat myydystä määrästä kerrottuna yksiköihinnalla $t = S \cdot p$. Havainnollisuuden vuoksi tässä oletetaan yrityk-

⁴³Dynaaminen analyysi edellyttää eri ajankohtien saattamista vertailukelpoisiksi keskenään diskonttaamalla. Diskonttaustekijää (R) merkitään diskreetissä ajassa:

$$R_t = \frac{1}{(1+\rho)^{t-1}}$$

jossa

ρ = aikapreferenssin aste

t = aikaperiodien lukumäärä ($t = 1, \dots$)

⁴⁴Kvadraattista tuotantokustannusfunktiota ovat soveltaneet muun muassa Blinder (1982), Blanchard (1983) sekä Eichenbaum (1983).

sen kohtaavan laskevan lineaarisen kysyntäkäyrän:⁴⁵

$$(12) \quad p = k - \lambda S$$

Kysyntäkäyrän sijainti ja muoto oletetaan yrityksen kannalta eksogeeniseksi. Voittoa maksimoiva yritys hakee kysyntäkäyrältä koko suunnitteluhorisontin rajakustannusten ja kulumassa olevan periodin rajatulojen yhtäsuuruutta vastaavan pisteen, josta ratkeaa sekä myytävä määrä että hinta (esimerkiksi kuviossa 1 α -pisteet). Yllä olevan perusteella nähdään, että periaatteessa on sama, pidetäänkö annetun kysyntäkäyrän tapauksessa päätösmuuttujana hintaa vai myyntimäärää; jommankumman lulkoonlyönti kiinnittää simultaanisesti toisenkin arvon.

Ratkaisevaa sille, miten yritys jakaa kysynnän muutoksen vaikutuksen hintojen ja määrien kesken, on se, kuinka kysynnän muutos vaikuttaa koko toimintaperiodin aikana. Kuvion 1 välineistön avulla voimme päätellä, että koko toimintaperiodin (periodit 1 ja 2 yhteensä) rajakustannuskäyrän jyrkkyys määrää, miten kysyntäsokin vaikutus jakautuu hintojen ja myyntimäärän muutosten kesken. Esimerkiksi mitä jyrkemmät tuotannon ja/tai varastoinnin rajakustannukset ovat, sitä suurempi osuus muutoksesta menee hintoihin.⁴⁶ Tämä johtuu siitä, että λ -suora muuttuu tällöin enemmän ja myynti vastaavasti vähemmän kuin loivemmassa tapauksessa.

Edellä kerrotun nojalla voidaan sanoa, että kysynnän muutos aiheuttaa vastaavansuuntaisen myynnin muutoksen.⁴⁷ Muutoksen suuruus riippuu ky-

⁴⁵Näin rajoittava oletus ei analyysin kannalta ole välttämätön, mutta se helpottaa vertailua kuvio 1:n graafiseen esitykseen. Periaatteessa riittäisi kysyntäkäyrän yleisempi merkintä:

$$p = p(S, \phi)$$

jossa ϕ edustaa kysyntäkäyrän sijainnin ja muodon määrääviä parametreja.

⁴⁶Vrt. Blinderin (1982) tulokset, joissa tuotteiden varastoitavuus lisää hintojen stabiiliutta.

⁴⁷Ääritapauksessa, esim. kun rajatulokäyrä on hyvin loiva ja rajakustannuskäyrä jyrkkä, on mahdollista, että muutokset ovat vastakaissuuntaisia (vrt. Atkinsonin (1981) akseleraatiokertoimen vakioisuutta koskeva kritiikki luvussa 2.2). Tällöin lisäkysyntää vastaava tuotanto aiheuttaa niin suuren tuotteen hinnan nousun, että myyntimäärä pienenee.

syntävaikutuksen jakautumisesta määrien ja hintojen kesken. Hintojen muutoksella on näin ollen myynnin määrän muutosta pienentävä vaikutus ja tältä osin positiivinen vaikutus varastojen määrän muutokseen.

Myyntitulon yhtälöstä

$$(13) \quad t = kS - 1S^2$$

derivoimalla S :n suhteen saadaan myynnin rajatulo

$$(14) \quad t_S = k - 21S$$

Myynnin rajatulo muuttuu siis joko kysynnän vaihtelun (k muuttuu) tai jonkin rakennemuutoksen vuoksi (1 muuttuu). Suhdanneanalyysissä ollaan kiinnostuneita etupäässä kertoimen k odotetuista muutoksista. Yhtälöstä (14) nähdään suoraan, että kysynnän muutos aiheuttaa samansuuntaisen muutoksen rajatuloihin.⁴⁸

Voitonmaksimoinnin ensimmäisen kertaluvun ehdot saadaan yksinkertaisimmin derivoimalla voittolauseke osittain muuttujien S_1 , Q_1 ja Q_2 suhteen ottaen huomioon S_2 :ta koskeva rajoitus ($S_2 = Q_1 + Q_2 - S_1$):

$$(15) \quad \Pi_{S_1} : t_{1S} - Rt_{2S} + i_{1S} = 0$$

$$\Pi_{Q_1} : Rt_{2Q} - c_{1Q} - i_{1Q} = 0$$

$$\Pi_{Q_2} : Rt_{2Q} - Rc_{2Q} = 0$$

Yhtälöstä nähdään, että aiemmin yhtälössä (10) saatu tulos koko tarkasteluperiodin rajatulojen ja -kustannusten yhtäsuuruudesta voitonmaksimoinnin edellytyksenä pätee:

⁴⁸Yleisessä muodossa myyntitulo on:

$$t = p(S, \phi)S \quad (\text{eli } t = t(p, S, \phi))$$

myynnin rajatulo:

$$t_S = p_S \cdot S + p$$

Vastaavasti saadaan ϕ :n (suhdanne)muutoksen vaikutus rajatuloon:

$$t_{S\phi} = p_\phi + p_{S\phi} \cdot S > 0$$

$$(16) \quad t_{1S} + Rt_{2S} = c_{1Q} + Rc_{2Q}$$

Samoin voidaan nähdä, että ensimmäisen periodin rajakustannukset ovat yhtä suuret kuin toisen periodin diskontatut rajakustannukset:

$$(17) \quad c_{1Q} + i_{1Q} = Rc_{2Q}$$

Siitä, miten eksogeeniset muutokset vaikuttavat yrityksen päätösmuutuksiin (Q ja S), voidaan tehdä johtopäätöksiä muun muassa implisiittifunktioiden kokonaisderivoititekniiikan avulla (Liite A). Yhtälön (11) maksimoititehtävän ratkaisuna saadaan odotettujen tulojen ja yksikkökustannusten eksogeenisten muutosten vaikutus yrityksen suunniteltuun varastoinvestointien muutokseen seuraavasti (merkit symbolien yläpuolella kertovat saadun vaikutussuunnan):

$$(18) \quad Q_1 - S_1 = f(t_1^-, t_2^-, w_1^+, w_2^+, r_1^-)$$

Liitteessä A tarkemmin esitettyjen tulosten mukaan odotetun rajatulon noustessa - esim. kysynnän kasvaessa - suunniteltu myynti kasvaa tuotantoa nopeammin ja varastoinvestoinnit hidastuvat. Tuotannon kasvua periodilla 1 hidastaa se, että nousevien rajakustannusten vuoksi kannattaa tuotannon lisäystä jakaa osittain myös periodille 2. Toisaalta, jos rajatulon odotetaan tulevaisuudessa kasvavan, on luonnollista, että tulevaisuudessa myytävää varastoa pyritään kasvattamaan. Samoin rajakustannusten odotettavissa oleva nousu kiihdyttää varastoon tuottamista. Rajakustannusten ensimmäisen periodin odotettu nousu laskee suunniteltua tuotantoa enemmän kuin myyntiä, jolloin varastoinvestoinnit supistuvat. Myyntien väheneminen tässä tilanteessa johtuu kasvaneiden rajakustannusten kasvattamasta koko toimintaperiodin tasapainoarvosta λ (vrt. kuvio 1), joka pienentää optimaalista myyntimäärää.

Yllä kuvattua käyttäytymistä voidaan luonnehtia puskurispekulaatiokäyttäytymiseksi siinä mielessä, että varastoja käytetään hyväksi odotetun kehityksen mukaisessa voiton maksimoinnissa. Tätä esitysmuotoa on kuitenkin analyttisesti hankala laajentaa erikoistapausten käsittelyyn, koska siinä itse asiassa on kolme päätösmuuttujaa (p, S ja Q).

Lisäksi empiirisessä analyysissä saattaisi kysyntäodotusten kvantifiointi olla hankalaa. Niin ikään oletettiin varastojen lähtötaso nol-laksi. Myös yrityksen likviditeettitilanne saattaa usein rajoittaa investointitoimintaa Suomen epätäydelliseksi luonnehdittavilla pääoma-markkinoilla. Seuraavassa kappaleessa analysoidaan näiden tilanteiden vaikutuksia hieman yksinkertaisemmassa kehikossa.

3.2.2 Kustannusten minimointi

Analysoinnin yksinkertaistamiseksi muutetaan tarkastelukulmaa siten, että pyritään voiton maksimoinnin asemesta kustannusten minimointiin. Ilman että analyysin perusluonne (kvalitatiivisesti) muuttuu, voidaan myyntihintoja ja -määriä pitää annettuina. Päättömuuttujaksi jää täl-löin tuotantomäärä, joka asetetaan siten, että sekä tuotanto- että va-rastokustannukset yli koko toimintaperiodin minimoituvat. Jäykkiä hin-toja voidaan perustella esimerkiksi liikatarjontatilanteella kysynnän kasvaessa ja vastaavasti liikakysyntätilanteella kysynnän heiketessä. Tällaisten olosuhteiden voidaan ajatella syntyvän nopeiden ja voimak-kaiden suhdannevaihteluiden aikana, jolloin esimerkiksi noususuhdan-teessa ollaan vielä pitkään kapasiteetin vajaakäytössä. Vaihtoehto-isesti voidaan olettaa, että lyhyellä aikavälillä epätäydellinen infor-maation saatavuus vaikeuttaa hintojen välitöntä muuttamista. Hintojen jäykkyys mahdollistaa sen, että myyntimäärien muutokset kuvastavat suoraan kysynnän muutosta.⁴⁹

Lisäksi oletetaan kustannusfunktiot muodoltaan ajassa muuttumattomiksi. Oletus merkitsee sitä, että rajakustannuksissa muutoksia aikaan-saavat ainoastaan yksikkökustannusten vaihtelut. Yrityksen maksimoita-vaksi (minimoimalla kustannukset) tulee tällöin kahden periodin ta-pauksessa seuraavanlainen voittolauseke:

⁴⁹Ero kappaleessa 3.2.1 esitettyyn voitonmaksimointitapaukseen on empirian kannalta vain kvantitatiivinen. Vaikutussuunta pysyy samana, vaikkakaan hinnat eivät olisi jäykkiä ja kysyntäodotusten sijaismuut-tujana käytettäisiin myyntiodotuksia. Vaikutuksen suuruus riippuu hin-tojen reagoinnin asteesta.

$$(19) \quad \Pi = p_1 S_1 + R p_2 S_2 - c(Q_1, w_1) - Rc(Q_2, w_2) \\ - i(Q_1 - S_1, r_1) + \gamma(Q_1 + Q_2 - S_1 - S_2) \\ (\gamma \text{ on Lagrangen kerroin})$$

Liitetaulukossa A.2. esitetyn ratkaisun mukaan vaikutussummat ovat samansuuntaiset kuin yhtälössä (18) esitetyt sillä erotuksella, että nyt tulomuuttujan tilalla on eksogeeninen myyntimäärä.

Likviditeettitilanteen vaikutusten tutkimiseksi tarkastelua on laajennettava käsittämään kolme periodia, koska kahden periodin kehikossa likviditeettirajoituksen vallitessa intertemporaalinen käyttäytyminen häviää. Kolmen periodin käyttäminen on hyödyllistä myös siksi, että näin saadaan viitteitä siitä, mitä toisen periodin "takana" on. Lähinnä kiinnostaa se, voidaanko toisen periodin käyttäytyminen yleistää edustamaan pitempääkin tulevaa ajanjaksoa.

Likviditeettirajoituksen vaikutuksen analysoimiseksi tehdään oletus, että yrityksen nettoluotonotto on tiettyä periodina t maksimaalisesti L_t . (Oletetaan, että t on vaihtoehtoisesti 1 tai 2.) Tällöin yritys kohtaa seuraavan likviditeettirajoitteen:

$$c(Q_t, w_t) + i(Q_t - S_t, r_t) - p_t S_t \leq L_t$$

Yritys voi tiettyä periodina nostaa kustannuksia yli tulojen korkeintaan saatavissa olevan nettoluotonoton verran. Tällöin maksimoidaan seuraava voittoyhtälö (minimoimalla kustannukset):

$$(20) \quad \Pi = p_1 S_1 + R p_2 S_2 + R^2 p_3 S_3 - c(Q_1, w_1) - Rc(Q_2, w_2) \\ - R^2 c(Q_3, w_3) - i(Q_1 - S_1, r_1) - Ri(Q_2 - S_2, r_2) \\ + \mu(Q_1 + Q_2 + Q_3 - S_1 - S_2 - S_3) + \epsilon R^{(t-1)}(L_t + p_t S_t - c_t - i_t) \\ (\mu \text{ ja } \epsilon \text{ ovat Lagrangen kertoimia})$$

Voiton maksimoinnin ensimmäisen kertaluvun ehdot esimerkiksi siinä tapauksessa, että likviditeettirajoitus 2. periodilla (L_2) on voimassa, ovat seuraavat:

$$\begin{aligned}
 (21) \quad \pi_{Q_1} &: -c_Q - i_Q + \mu &= 0 \\
 \pi_{Q_2} &: -Rc_Q - Ri_Q + \mu - R_\epsilon(c_Q + i_Q) &= 0 \\
 \pi_{Q_3} &: -R^2c_Q + \mu &= 0 \\
 \pi_\mu &: Q_1 + Q_2 + Q_3 - S_1 - S_2 - S_3 &= 0 \\
 \pi_\epsilon &: R(L_2 + p_2S_2 - c_2 - i_2) &= 0
 \end{aligned}$$

Maksimointitehtävien yksityiskohtaiset ratkaisut on esitetty liitteessä A. Likviditeettirajoitus on asetettu vuoron perään periodeille 1 ja 2, jotta voitaisiin hahmotella sen vaikutuksia eri periodeilla. Lisäksi on kokeiltu erikseen varastojen lähtötason (V_0) vaikutusta varastoinvestointeihin (liiteyhätälö A.3b).

Taulukossa 1 on yhteenvetona esitetty tehtyjen kokeilujen tulokset. Tulokset ovat yhdenmukaisia kahden periodin analyysin tulosten kanssa, lukuun ottamatta sellaisten periodien tuloksia, joilla likviditeettirajoite on voimassa. Tietyn periodin odotettu likviditeettirajoite on niin dominoiva, ettei intertemporaalinen substituutiokäyttäytyminen pääse esille. Likviditeettitilanteen kiristyessä varastoinvestoinnit pienenevät ja helpottuessa päinvastoin.

Likviditeettirajoitteen alaisen periodin kustannusmuuttujilla on tavallinen negatiivinen vaikutussuunta varastoinvestointeihin (taulukot 1.B. ja C.). Kustannusten lasku ceteris paribus sallii tuotannon (ja varaston) lisäyksen likviditeettitilanteesta riippumatta. Kustannusnousuja taas ei voida tässä tapauksessa kompensoida luottorahoituksella, vaan tuotantoa on vähennettävä.

TAULUKKO 1

Eksogeenisten tekijöiden muutoksen vaikutus suunniteltuun varastoinvestointien muutokseen kustannusten minimointiehtojen vallitessa

A. ilman likviditeettirajoitetta (liitetaulukko A.3.)

| endog. muutos | eksog. muutos | S_1 | S_2 | S_3 | w_1 | w_2 | w_3 | r_1 | r_2 | v_0^1 |
|---------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| $Q_1 - S_1$ | | - | + | + | - | + | + | - | + | - |
| $Q_2 - S_2$ | | + | - | + | + | - | + | + | - | - |

B. likviditeettirajoite 1. periodilla (liitetaulukko A.4.)

| endog. muutos | eksog. muutos | S_1 | S_2 | S_3 | w_1 | w_2 | w_3 | r_1 | r_2 | L_1 |
|---------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $Q_1 - S_1$ | | -2. | 0 | 0 | - | 0 | 0 | - | 0 | + |
| $Q_2 - S_2$ | | +2. | - | + | + | - | + | + | - | - |

C. likviditeettirajoite 2. periodilla (liitetaulukko A.5.)

| endog. muutos | eksog. muutos | S_1 | S_2 | S_3 | w_1 | w_2 | w_3 | r_1 | r_2 | L_2 |
|---------------|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $Q_1 - S_1$ | | - | +3. | + | - | + | + | - | + | - |
| $Q_2 - S_2$ | | 0 | -3. | 0 | 0 | - | 0 | 0 | - | + |

1. liiteytälön A.3b:n perusteella.

2. ehdolla, että $p_1 < c_{Q_1}$.

3. ehdolla, että $p_2 < c_{Q_2}$.

Ehtona sille, että likviditeettirajoiteperiodin myyntimuuttuja toimii samansuuntaisesti normaalin intertemporaalisen käyttäytymissäännön kanssa on, että tuotannon rajakustannukset ovat myyntihintaa (= rajatulo) korkeammat.⁵⁰ Tässä tapauksessa likviditeettirajoite on tehokas. Esimerkiksi myynnin lisääntyessä varastot pienenevät, koska saatava lisätulo ei riitä vastaavan määrän tuottamiseen eikä tuotantoa voida velkaantumisen avulla kasvattaa. Tällaisessa tilanteessa likviditeettirajoitusodotukset aiheuttavat normaalin intertemporaalisen käyttäytymisen mukaisen varastojen kasvattamisen rajoituksesta vapaalla periodilla.

Siinä tapauksessa, että rajakustannukset ovat myyntihintaa alhaisemmat, käyttäytyminen on edelliseen tapaukseen nähden päinvastaista. Esimerkiksi myynnin kasvaessa on mahdollisuus kasvattaa varastoja, koska lisämyyntituloilla voidaan haluttaessa rahoittaa aina vastaavasti määrältään suurempi tuotanto. Voittoa maksimoivan yrityksen kannattaa kasvattaa tuotantoaan pisteeseen, jossa rajakustannukset yhtyvät hintaan. Likviditeettirajoite ei tässä tapauksessa ole tehokas.

Varastojen lähtötason vaikutussuunta varastoinvestointeihin on negatiivinen (ks. liiteyhtälön A.3b:n ratkaisu). Sama tulos saatiin aiemmin myös voiton maksimointitilanteessa luvun 2.4 kuviotarkastelun avulla (ks. kuvio 1).⁵¹

Taulukoista 1.A. ja C. nähdään, että toisen ja kolmannen periodin eksogeenisten muuttujien intertemporaalinen vaikutus varastoinvestointeihin on yhdensuuntainen. Tämän perusteella voidaan päätellä, että toinen periodi edustaa yleisemminkin ensimmäisen periodin jälkeen tulevaa aikaa silloin, kun yrityksen toiminta jatkuu suunnitteluhorisonin ulkopuolelle.

⁵⁰Vaikka tulos on sama kuin siinä tapauksessa, että likviditeettirajoitetta ei ole, ei käyttäytyminen ole intertemporaalista, koska rajoittava ehto ($p_1 < c_{Q_1}$) koskee ainoastaan likviditeettirajoiteperiodia. Intertemporäälisessä tapauksessa ratkaisevaa olisi hinnan suhde koko suunnitteluperiodin rajakustannuksiin.

⁵¹Vrt. myös Blinderin varastojen varjoarvo, joka laskee varastojen koon kasvaessa ja päinvastoin.

Yllä olevan nojalla voidaan todeta, että varastoinvestointien intertemporaalinen substituutiokäyttäytyminen on voimassa muulloin paitsi likviditeettirajoituksen alaisella periodilla. Likviditeettirajoiteperiodin eksogeeniset muuttujat vaikuttavat intertemporaalisen käyttäytymisen mukaisesti paitsi silloin, kun kustannussuhteet ovat sellaiset, että likviditeettirajoite ei ole tehokas.

Empiirisiä kokeiluja silmällä pitäen on muistettava, että likviditeettirajoite on tässä ehdottomana voimassa. Tämä saa aikaan likviditeettirajoitteen dominoivan aseman analyysissa. Käytännön aggregaattitarkastelussa rajoite ei ole näin totaalinen, vaan luotonsäännöstelyn kohteeksi joutuu yrityksiä vaihtelevassa määrin. Tällöin likviditeettirajoitteenkin alaisella periodilla intertemporaalinen substituutiokäyttäytyminen on mahdollista. Lisäksi eri yritysten likviditeettitilanteeseen vaikuttavat monet tekijät vaihtelevalla intensiteetillä. Tällä perusteella oletetaan, että yritysten on vaikea täsmällisesti ennakoita likviditeettitilanteen kehitystä, joten mallissa käytetään selittäjänä suoraan kuluvan periodin toteutunutta likviditeettimuuttujaa L_t .

3.2.3 Yhteenveto yrityksen varastoinvestointien intertemporaalisesta voitonmaksimointikäyttäytymisestä

Tässä vaiheessa palataan odotuksia ja suunnitelmia kuvaavassa notaatiossa jälleen luvussa 2 määriteltyyn käytäntöön. Ennen varsinaista varastokäyttäytymisen yhteenvetoa lähestytään odotusperiodien käsitteilyssä kuitenkin empiiristä sovellettavuutta määrittelemällä odotusperiodit osittain uudelleen. Edellisessä kappaleessa todetun perusteella suunnitteluhorisontti voidaan jakaa kahtia: kulumassa olevaan periodiin ja sen jälkeen tulevaan ajanjaksoon. Jälkimmäisen takaraja voidaan ulottaa suunnitteluperiodin loppuun.

Seuraavassa esitetään perustelu sille, että jälkimmäiseen, pitempään odotusperiodiin voidaan sisällyttää myös kulumassa oleva periodi. Va-

rastoinvestointeja koskeva päätöksenteko-ongelma pelkistetään esimerkiksi omallisesti käsittämään ainoastaan myyntiodotukset. Tällöin voidaan asetelmaa kuvata seuraavasti:⁵²

$$(22) \quad d^V = f\left(\sum_{i=1}^T h^{-i} S_{t+i}^e\right) \\ = f\left(h^{-1} S_t^e + \sum_{i=2}^T h^{-i} S_{t+i}^e\right)$$

jossa

d^V = varastoinvestointipäätös periodin t alussa koko odotusperiodille

h = myyntiodotuksen painokerroin ($h > 1$ ja $\sum_{i=1}^T h^{-i} = 1$)

S_{t+i}^e = periodin t alussa odotettu myyntikysyntä tiettyinä i :n pituisena tulevana jaksona

T = odotushorisontin viimeinen periodi

Varastoinvestointipäätös on funktio odotusperiodin myyntinäköymistä, jotka voidaan jakaa kahteen osaan. Yhtälön (22) oikean puolen ensimmäinen termi kuvaa periodin 1 myyntiodotuksia ja toinen pidemmän periodin 2 näkymiä. Periodin 1 myyntinäköymien eroaminen periodin 2 odotuksista merkitsee samalla, että periodin 1 myyntinäköymät eroavat koko odotusperiodin myyntiodotuksista. Approksimaatio on sitä tarkempi, mitä pidempi periodi 2 suhteessa periodiin 1 on. Näin ollen empiiristä tarkastelua silmällä pitäen riittää, että voidaan muodostaa erikseen yhtäältä periodia 1 (kuluva periodia) koskevat ja toisaalta koko odotusperiodia koskevat odotukset. Samaa periaatetta voidaan soveltaa myös muihin muuttujiin.

Tämän luvun aikaisempien kappaleiden (lähinnä kappale 3.2.2) perusteella voidaan nyt esittää yhteenveto eksogeenisten tekijöiden odotusten vaikutussuunnista varastoinvestointisuunnitelmiin seuraavasti.

⁵²Vrt. Kanniainen - Hernesniemi (1984).

$$(23) \quad Q_t - S_t = f(S_t^e, S_p^e, w_t^e, w_p^e, r_t^e, r_p^e, L_t, V_{t-1})$$

jossa

e = odotukset

t = kuluva periodi

P = koko odotushorisontti (esim. $S_p^e = \sum_{i=1}^T h^{-i} S_{t+1}^e$)

V = varastokanta

S = myyntimäärä

Q = tuotantomäärä

w = tuotantokustannusten yksikköhinta

r = varastonpitokustannusten yksikköhinta

L = likviditeettirajoitus

Varastonpidon yksikkökustannusten sisältö määrää jatkossa sen, miten nämä kustannukset sisällytetään malliin. Kustannusten määrävimmän komponentin, koron, aikasarjaominaisuudet - ja myös kysymys koron vaihtuvuus- tai pysyväisluonteesta - vaikuttavat siihen, onko empiirisiin kokeisiin syytä sisällyttää pitkän aikavälin varastonpitokustannuksia. Tässä vaiheessa kirjoitetaan hypoteettinen vaikutusyhtälö joka tapauksessa täydellisenä.

Linearisessa muodossa⁵³ saadaan suunniteltujen varastoinvestointien (ΔV^S) määräytymisyhtälö seuraavasti:

$$(24) \quad \Delta V_t^S = b_0 - b_1 S_t^e + b_2 S_p^e - b_3 w_t^e + b_4 w_p^e - b_5 r_t^e + b_6 r_p^e \\ + b_7 L_t - b_8 V_{t-1}$$

⁵³Muunnos voidaan tehdä, jos oletetaan funktion (23) olevan homogeeninen nollatta astetta.

3.3 Tahattomat varastoinvestoinnit

Tahattomat varastoinvestoinnit syntyvät, kun varastoihin vaikuttava toteutunut kehitys poikkeaa odotetusta. Kun kysyntä muuttuu yllättävästi, varastot toimivat ensi vaiheen puskurina. Se, miten nopeasti ja voimakkaasti tuotanto reagoi esimerkiksi myyntiyllätykseen, riippuu muun muassa tuotanto- ja varastokustannusten välisistä suhteista (vrt. luku 2.3).

Vaikutusta on myös sillä, oletetaanko yllättävä kysynnän muutos pysyväksi vai tilapäiseksi.⁵⁴ Jälkimmäisessä tapauksessa, varsinkin silloin, jos oletetaan muutoksen jälkeen riittävän nopeasti tulevan suunnilleen samansuuruisen vastavaikutuksen, tuotannon muutokseen ei ryhdytä lainkaan. Tässä tapauksessa varovaisuusmotiivin ansiosta ylläpidetyt varastot auttavat selviytymään myyntiyllätyksestä.

Yleensä äkillisen yllättävän kysynnän muutoksen oletetaan ainakin alkuun jäävän tilapäiseksi. Tämän vuoksi myyntiodotukset muuttuvat vain vitkaan myyntikehitystä seuraten. Tällä on tietty hitausvaikutuksensa varastoinvestointisuunnitelmiin (vrt. Feldstein - Auerbach: hitaasti ajassa muuttuvat tavoitevarastot).

Yllättävä tuotantokehitys saattaa myös aiheuttaa poikkeamia suunniteluista varastoinvestoinneista.⁵⁵ Suunniteltua tuotantoa (Q_t^S) saattavat häiritä esimerkiksi lakot ja raaka-aineiden saannin vaikeutuminen luonnonolosuhteiden, levottomuuksien tms. syiden vuoksi. Tällöin tahattomia varastoinvestointeja (ΔV_t^U) voidaan merkitä seuraavasti:

$$(25) \quad \Delta V_t^U = m(S_t^e - S_t) + n(Q_t - Q_t^S)$$

jossa

S^e = odotettu myynti

⁵⁴Ks. esim. Blinder (1982).

⁵⁵Ks. esim. Amihud - Mendelson (1983).

Q^S = suunniteltu tuotanto

Yhtälössä (25) parametrien m ja n tulisi periaatteessa olla ykkösiä, jos tahattomat varastoinvestoinnit koostuvat vain ja yksinomaan näin määritellyistä innovaatioista. Näin ei kuitenkaan välttämättä tarvitse olla, koska kulumassa olevan periodin odotukset ja suunnitelmat oletetaan lyötävän lukkoon aivan periodin alussa. Käytännössä nimittäin periodin kuluessa pystytään reagoimaan nähtävissä olevaan odotuksista poikkeavaan kehitykseen. Tällöin voidaan esimerkiksi suunnitelmia ennen periodin loppua pyrkiä mukauttamaan muuttuneeseen tilanteeseen. Estimoitavien kertoimien tulisivatkin itse asiassa olla $0 < (m, n) < 1$. Mikäli tuotanto on myyntiä paremmin yrityksen valvottavissa, tulisi tuotantoyllätyksen kertoimen (n) olla vastaavaa myynnin kerrointa (m) pienempi.

Lyhyellä aikavälillä jäykkien hintojen oletus sulkee hintayllätysten mahdollisuuden pois.⁵⁶ Tuotantokustannusten odottamattoman kehityksen oletetaan heijastuvan implisiittisesti tuotantoyllätystermiin.

Varastoille luonteenomaisen nopean kierron johdosta voidaan yllätysten aiheuttamat poikkeamat korjata haluttaessa nopeasti. Tällöin tahattomien investointien osuus varastoinvestoinneista on sitä pienempi, mitä pitemmän aikavälisen rajoissa asiaa tarkastellaan.

3.4 Varastoinvestointien perusmalli

Yhdistämällä yhtälöiden (24) ja (25) suunnitellut (ΔV^S) ja tahattomat (ΔV^U) varastoinvestoinnit saadaan seuraavanlainen perusmalli varastoinvestointikäyttäytymiselle:

⁵⁶Empiriassa saattaa kuitenkin hintayllätyksilläkin olla merkitystä, joten periaatteessa saattaisi ajatella tahattomille varastoille myös itsenäistä hintayllätysten komponenttia. Aiemmin kuitenkin todettiin, että hinta- ja määräpäätösten oletetaan tapahtuvan simultaanisesti. Hintayllätykset - mikäli ovat relevantteja - sisältyvät näin ollen joka tapauksessa implisiittisesti määräyllätyksiin.

$$(26) \quad \Delta V_t = b_0 - b_1 S_t^e + b_2 S_p^e - b_3 W_t^e + b_4 W_p^e - b_5 r_t^e + b_6 r_p^e \\ + b_7 L_t - b_8 V_{t-1} + m(S_t^e - S_t) + n(Q_t - Q_t^S)$$

Yhtälöön (26) voidaan empiiristä analyysia varten tehdä logaritmi-muunnos. Sen muuttujat voidaan tällöin ajatella perussarjojen logaritmeiksi, esimerkiksi $S = \log s$, jossa s on myynti kiinteähintaisina markkoina. Tällöin $\Delta V = \log v - \log v_{-1}$ jne. Mallin kaikki rakenneparametrit ovat identifioitavissa.

On mielenkiintoista todeta, että periaatteessa joustavan akseleraation lähestymistapaa käyttäen olisi päädytty samankaltaiseen estimoitavaan yhtälöön. Mikäli olisi lähdetty esimerkiksi muodostamaan halutun varaston käsitettä intertemporaalisen maksimointikäyttäytymisen perusteella, olisi estimoinnin tuloksena saatavilla regressiokertoimilla ainoastaan erilainen tulkinta. Suunniteltujen varastoinvestointien tekijöiden regressiokertoimiin sisältyisi kaikkiin sopeutumiskerroin a (esimerkiksi S_t^e :n regressiokerroin olisi $= ab_1$, V_{t-1} :n $= ab_8$ jne.). Tässä muodossa yhtälö olisi kuitenkin ali-identifioituva⁵⁷ eikä johtopäätöksiä parametrien suuruudesta kyetä suoraan lineaarisilla estimointimenetelmillä tekemään.

Pieneltä vaikuttava ero näiden kahden tulkinnan välillä on kuitenkin hyvin periaatteellinen ja ratkaiseva. Kun intertemporaalinen voitonmaksimointi pyrkii optimaaliseen varastoinvestointiuraan ja ottaa huomioon kaikki relevantit kustannukset, ei erillistä implisiittistä hitaan sopeutumisen kehikkoa tarvita. Ainoa seikka, millä sitä voisi perustella, olisi kustannusyllätykset. Yhtälö (26) ottaa ne huomioon tuotantoyllätystermessä.

⁵⁷Ks. esim. Maddala (1977), s. 222.

4 TUTKIMUSAINEISTO JA SEN OPERATIONALISOINTI

4.1 Yrityssektorin varastoinvestoinnit

Tutkimus on rajattu kansantalouden tilinpidon institutionaalisen sektorijaotuksen mukaiseen yrityssektoriin. Tällöin esimerkiksi rahoituslaitokset jäävät tarkastelun ulkopuolelle. Valtaosa koko kansantalouden varastoinvestoinneista on yritysten tekemiä.⁵⁸ Yrityssektorissa keskeisimmät varastoja ylläpitävät toimialat ovat teollisuus ja kauppa, joiden varastojen arvo on runsaat 90 % yrityssektorin varastoista. Muita yrityssektoriin kuuluvia toimialoja, joilla myös on merkittäviä varastoja, ovat mm. rakennustoiminta, sähkö-, kaasu- ja vesihuolto sekä kuljetus, varastointi ja tietoliikenne. Niin ikään ravitsemus- ja majoitustoiminnassa sekä kaivos- ja muussa kaivannaistoiminnassa on varastoja. Yksityisten palveluyritysten varastot sen sijaan ovat niin vähäisiä, että niillä ei ole merkitystä.

4.1.1 Yrityssektorin varastot ja niiden rakenne eri tilastolähteiden valossa

Yrityssektorin, varsinkin teollisuuden, varastoista saa tietoja monista eri lähteistä. Tässä alaluvussa on tarkoitus selvittää yritysten varastojen koostumusta sekä yrittää muodostaa käsitys yrityssektorin varastojen koosta vertailemalla keskenään eri tilastolähteitä.

Yritystilastoista saadaan yritysten varastojen hankintahintainen arvo vuodesta 1975 alkaen. Taulukossa 2 ovat eriteltyinä varastojen hankin-

⁵⁸Ks. kuvio 3. Kansantalouden tilinpidon mukaan varastoja pitävät yrityssektorin lisäksi rahoituslaitokset, valtio ja kotitaloudet. Kotitalouksien varastot syntyvät valtaosaltaan maataloudessa ja julkisen sektorin varastot puolestaan muodostuvat suurelta osin varmuusvarastoista. Varastokantatietoja ei kansantalouden tilinpidossa ole.

tahintaiset arvot vuosilta 1975, 1977 ja 1980. Vuosi 1975 on kiinteähintaisten sarjojen perusvuosi. Vuosi 1977 edustaa matalasuhdannevuotta. Korkeasuhdannevuosi 1980 taas on viimeinen käytettävissä oleva havainto. Yrityssektorin lopputuotevarastot koostuvat kaupan varastoista sekä teollisuuden lopputuotevarastoista. Muut varastot on luettu panosvarastoiksi. Muun yrityssektorin varastoista on vähennetty rakennustoiminnan keskeneräiset työt, jotka suurimmaksi osaksi ovat tarkastelun ulkopuolelle jääviä keskeneräisiä rakennuksia.⁵⁹ Muun yrityssektorin varastoista keskimäärin runsaat kaksi kolmasosaa on rakennustoiminnan varsinaisia varastoja. Sähkö-, kaas- ja vesihuollon varastot ovat muun yrityssektorin varastoista lähes neljännes.

TAULUKKO 2

Yritysten varastot hankintahintaan

| | 1975 | | 1977 | | 1980 | |
|---------------------------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| | mrd. mk | %-jak. | mrd. mk | %-jak. | mrd. mk | %-jak. |
| Teollisuus | 21.8 | 60.7 | 24.0 | 56.8 | 38.6 | 57.6 |
| - lopputuotteet | 7.9 | 21.9 | 8.8 | 20.8 | 13.8 | 20.7 |
| - keskener. työt | 3.4 | 9.4 | 4.0 | 9.5 | 6.3 | 9.2 |
| - raaka-aineet | 10.6 | 29.4 | 11.2 | 26.5 | 18.6 | 27.7 |
| Kauppa | 11.4 | 31.6 | 13.8 | 32.6 | 22.8 | 33.8 |
| Muu yrityssektori* | 2.8 | 7.7 | 4.5 | 10.6 | 5.7 | 8.6 |
| Yrityssektori yhteensä | 36.1 | 100 | 42.3 | 100 | 67.1 | 100 |
| - lopputuotteet | 19.3 | 53.5 | 22.6 | 53.4 | 36.6 | 54.4 |
| - panokset | 16.8 | 46.5 | 19.7 | 46.6 | 30.5 | 45.6 |

*Poislukien rakennustoiminnan keskeneräiset työt.

Yritystilaston mukaan yrityssektorin varastojen arvo oli v. 1975 noin 36 mrd. ja v. 1980 runsaat 67 mrd. markkaa. Bruttokansantuotteeseen verrattuna nämä luvut merkitsevät runsasta 35 prosenttia kumpanakin vuonna. Lopputuotevarastojen osuus on hieman suurempi kuin panosvarastojen.

⁵⁹Kansantalouden tilinpidon käsitteistön mukaan keskeneräiset rakennukset luetaan kiinteään pääomaan.

Teollisuuden varastojen määrää on mielenkiintoista vertailla käytettävissä olevien eri tilastolähteiden valossa (taulukko 3). Käytettävissä on vuodelta 1975 yritystilaston, varastotilaston, teollisuustilaston ja Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen (ETLA) tiedot. Viimeksi mainittuja ei ole saatavissa vuodelta 1980.

TAULUKKO 3

Teollisuuden varastot mrd. mk

| vuosi | varastotyyppi | yritys- tilasto | varasto- tilasto | teollisuus- tilasto | ETLA |
|-------|-----------------|--------------------|---------------------|------------------------|------|
| 1975 | yhteensä | 21.8 | 24.8 | 19.3 | 21.4 |
| | - lopputuotteet | 7.9 | 8.6 | 6.3 | 6.4 |
| | - keskeneräiset | 3.4 | 7.1 | 3.5 | 5.0 |
| | - raaka-aineet | 10.6 | 9.1 | 9.5 | 10.0 |
| 1980 | yhteensä | 38.6 | 41.3 | 33.3 | |
| | - lopputuotteet | 13.8 | 16.0 | 10.9 | |
| | - keskeneräiset | 6.3 | 10.2 | 5.3 | |
| | - raaka-aineet | 18.6 | 15.2 | 17.1 | |

Taulukon tiedot tilastolähteittäin vaihtelevat ensinnäkin sen takia, että luvut teollisuustilastoa lukuun ottamatta perustuvat otantatutkimukseen. Teollisuustilasto poikkeaa lisäksi sen suhteen, että siinä tiedot ovat toimipaikkapohjaisia. Muut tilastot ovat perustaltaan yrityskohtaisia.

Yritystilaston ja varastotilaston välisiä eroja selittävät muun muassa käsitteelliset erot. Yritystilastossa varastot arvioidaan hankintahinnan mukaan, kun sitä vastoin varastotilastossa ovat valmisteet, kauppatavarat ja keskeneräiset työt myyntihintaisia. Muut varastot ovat myös varastotilastossa hankintahintaisia. Tasetilaston tiedot kertovat tilikauden lopun tilanteen, joka ei kaikissa yrityksissä osu kalenterivuoden loppuun. Varastotilaston kysely sen sijaan koskee aina vuosineljänneksen lopun varastoja, jolloin myöskin kalenterivuoden lopun tilanne tulee otetuksi huomioon. Nämä seikat selittävät havaitun eron suunnan.

Päinvastaiseen suuntaan vaikuttaa se, että varastotilastossa ainoastaan yli 100 henkilön yritykset pyritään kokonaisuudessaan sisällyttämään tiedustelun piiriin. Alle 100 henkilön yrityksille ei esitetä lainkaan tiedustelua, kun taas yritystilastoon nämä yritykset sisältyvät otosositteena. Tämän on arvioitu merkitsevän noin 10 prosentin taasoeroa varastokannoissa.⁶⁰

Teollisuuden suurimmat varastot ovat metallituote- ja koneteollisuudessa, kemian teollisuudessa sekä massan ja paperin valmistuksessa (liite 1). Metallituote- ja koneteollisuudessa ovat keskeneräiset työt merkittävin ryhmä. Kemian- ja kumiteollisuudessa raaka-aineitten ja lopputuotteitten ryhmät ovat molemmat suhteellisen suuria. Massan ja paperin valmistuksessa raaka-ainevarastot ovat merkityksellisin varastotyyppi.

Kaupan varastoja voidaan verrata kahta tilastolähdettä käyttäen. Kaupan varastotilastotiedustelua on tehty vuodesta 1977 lähtien. Taulukossa 4 on esitetty kaupan yritys- ja varastotilastojen vertailu.

TAULUKKO 4

Kaupan varastot mrd. mk

| vuosi | yritystilasto | varastotilasto |
|-------|---------------|----------------|
| 1977 | 13.8 | 15.1 |
| 1980 | 22.8 | 22.7 |

Erot eri vuosien ja tilastojen välillä ovat yllättävän suuria. Kaupan osalta pidetään yritystilastoa luotettavampana kuin varastotilastoa, koska otantamenetelmä on ensin mainitussa tarkempi. Pienet yritykset (alle 100 henkilöä), joiden merkitys on noin 40 % kaupan varastoista, ovat edustettuina useana ositteena yritystilastossa. Varastotilastossa on näiden suhteen tyydytty yhteen ositteeseen.

Koko yrityssektorin varastokannan perusvuoden 1975 arvion pohjaksi on teollisuuden varastojen osalta otettu varastotilasto, koska siinä

⁶⁰Tilastokeskuksesta saatu asiantuntija-arvio.

arvostuskäytäntö on "luonnollisempi" kuin yritystilaston kaavamainen arvostus hankintahintoihin. Lopputuotteiden ja keskeneräisten töiden varastojen arvostus myyntihintaisena on käyttäytymisen kannalta perustellumpaa kuin arvostus hankintahintaisena. Jos puuttuvien yritysten huomioon ottamiseksi varastotilaston lukuun sovelletaan mainittua 10 %:n korotusta, päädytään teollisuuden kokonaisvarastojen osalta vuoden 1975 lopussa arviolta runsaan 27 miljardin markan varastokantaan.

Vuoden 1975 yritystilaston mukaiset kaupan hankintahintaiset varastot voidaan muuttaa myyntihintaisiksi käyttäen Tilastokeskuksen soveltamaa (arvonlisäys-)kerrointa 1.17. Tällöin päädytään kaupan osalta runsaan 13 miljardin markan arvioituun varastokantaan vuonna 1975.

Kun näihin lukuihin lisätään muun yrityssektorin vajaan 3 miljardin markan varastot, päädytään koko yrityssektorin osalta arviolta noin 43 miljardin markan varastokantaan vuoden 1975 lopussa. Tätä lukua on käytetty peruslukuna, kun on muodostettu yrityssektorin vuoden 1975 hintainen varastokantasarja.

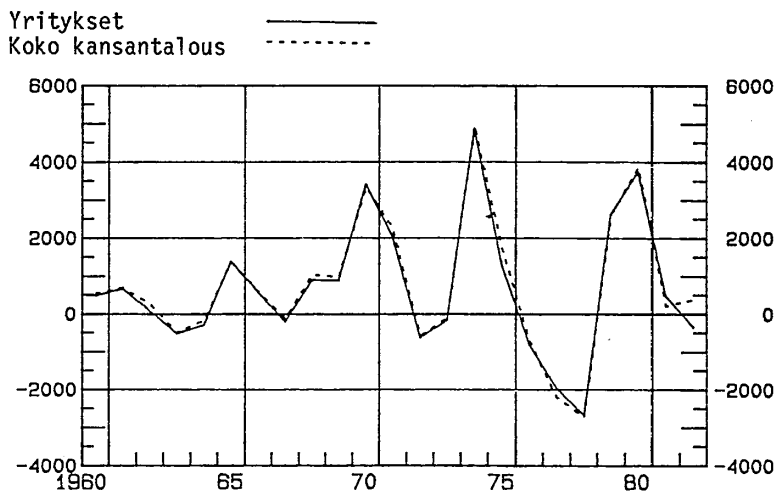
4.1.2 Yrityssektorin kokonaisvaraston aikasarjat

Yrityssektorin varastojen aikasarjoista saa sekä vuosi- että neljännesvuositietoja. Keskeisin tilastolähde aikasarjatarkastelussa on kansantalouden tilinpito. Kansantalouden sektoreittaisessa tilinpidossa ovat yrityssektorin varaston muutokset käypähintaisina vuositietoina vuodesta 1960 lähtien.

Kansantalouden varastojen suhdannevaihteluita esiintyy lähes yksinomaan yrityssektorissa (kuvio 3). Kuviossa esitetty yritysten kiinteähintainen varastomuutos on saatu deflatoimalla käypähintainen arvo koko kansantalouden varastoinvestointien hinnoilla. Käyvän hinnan piirretty vastaava kuvio ei juuri eroa kiintein hinnoin piirretystä, joten käytetty deflatointimenettely ei vaikuta tarkastelua häiritsevästi.

KUVIO 3

Varastoinvestoinnit 1960 - 1982, 75 mmk



Teollisuuden varastoista varastotyypeittäin ja toimialoittain on saatavissa vuositietoja vuodesta 1960 (ETLA) ja neljännesvuositietoja vuodesta 1975 (varastotilasto) lähtien. Nämä varastokantatiedot on saatavissa sekä käypä- että kiinteähintaisina. Lisäksi teollisuustilastosta saadaan käypähintaiset toimipaikkapohjaiset varastotyyppit toimialoittain vuodesta 1975 lähtien. Tässä yhteydessä voidaan myös mainita Teollisuuden keskusliiton suhdannebarometrin kvalitatiivinen tiedustelu teollisuuden lopputuotevarastoista.

Kaupan varastoista on saatavissa neljännesvuositietoja kiintein ja käyvin hinnoin vuodesta 1977 alkaen (varastotilasto). Lisäksi yritystilaston perusteella saadaan hankintahinnan mukaisia, käypähintaisia vuositietoja vuodesta 1975 alkaen. Vuoden 1974 lopun hankintahintainen varastokanta voidaan arvioida vuoden 1975 tasetilastossa ilmaistun varastovarauksen muutoksen avulla yhdessä vuoden 1974 tasetiedon kanssa. Vuosilta 1969 - 1973 on käytettävissä nk. EVL-tutkimuksen tiedot.⁶¹

⁶¹Ks. Haavisto (1975).

Varastoinvestointien suhdannekäyttäytymisen tutkimisessa on pyrittävä käyttämään ajan suhteen mahdollisimman disagregoitua aineistoa. Kuu-kausiaineistoa ei Suomessa ole tarvittavassa laajuudessa olemassa. Käytettävissä olevan neljännesvuosiaineiston lyhyys on ongelma tutkimuksen kannalta; neljännesvuosiaineistoa ei ole koko yrityssektorilta. Käyttämällä hyväksi kansantalouden tilinpidon tietoja on kuitenkin mahdollisuus muodostaa koko yrityssektorin kiinteähintainen neljännesvuosittainen varastoinvestointisarja.

Suomen Pankin neljännesvuosimallissa (BOF3) on kehitetty kansantalouden kaikille varastoinvestoinneille kiinteähintainen kausipuhdistettu neljännesvuosisarja.⁶² Sen vaihteluita on sovellettu kuviossa 3 esitettyyn yrityssektorin varastoinvestointien vuosisarjaan. Näin on saatu kiinteähintainen neljännesvuosittainen kausipuhdistettu "proxy" yrityssektorin varastoinvestoinneille. Yritysten varastokanta neljännesvuosittain on laadittu ketjuttamalla investoinneilla arvioitua vuoden 1975 lopun varastokantaa.

Kausipuhdistus perustuu nk. Kukkosen menetelmään.⁶³ Puhdistusmenetelmä käyttää tiettyjä standardisoituja painotettuja liukuvia keskiarvoja. Menetelmää on kritisoitu siitä, että sen mukana häviää osittain informaatiota.⁶⁴ Toisaalta, kun ollaan viime kädessä kiinnostuneita suhdannevaihteluista, kausivaihtelut on jollain menetelmällä eliminoitava. Valmiiksi kausipuhdistettuja sarjoja käyttämällä ei "rasiteta" estimoitavia malleja ylimääräisillä parametreilla, kuten esimerkiksi dummy-muuttujatekniikkaa sovellettaessa. Lisäksi jälkimmäinen edellyttää kausivaihtelun pysymistä vakiona, mikä on hyvin harvinaista.

⁶²Neljännesvuosisarjassa on vähennetty ensin kansantalouden vuositalinpidon tarjonnan ja kysynnän erotuksesta tilastovirhe (on nykyään erillisenä vuositasolla vuodesta 1960 lähtien). Tilastovirhe on sitten arvioitu neljännesvuosittaiseksi lineaarisen interpoloinnin avulla (oletuksena on, että tilastovirheeseen ei sisälly vuoden sisäistä satunnaisvaihtelua). Näin saatu tilastovirhe vähennetään neljännesvuosittaisesta tarjonnan ja kysynnän erotuksesta ja jäljelle jää neljännesvuosittainen varastoinvestointisarja. Ks. lähemmin Suomen Pankin neljännesvuosimalli (1983).

⁶³Ks. Kukkonen (1968).

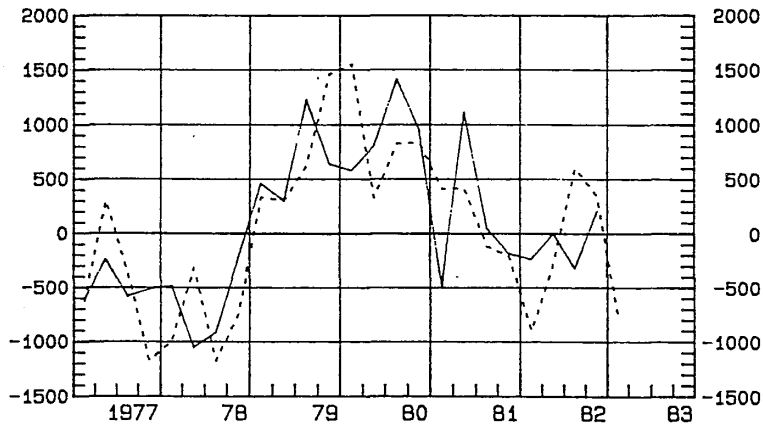
⁶⁴Ks. Harvey (1982), s. 248 - 250. Jenkins (1979), s. 88.

Näin laaditun varastoinvestointisarjan kykyä kuvata yritysten varastoinvestointeja voidaan karkeasti arvioida kuvion 4 perusteella. Sarjaa on siinä verrattu Tilastokeskuksen teollisuuden ja kaupan kiinteähintaiseen neljännesvuosittaiseen varaston muutossarjojen summaan näiden yhteisesti kattavalta aikaväliltä. Suhdannevaihtelut ovat molemmissa suunnilleen samat. Pienemmissä satunnaistyyppisissä vaihteluissa sen sijaan on eroja. Näitä selittää - ainakin osittain - se, että kaupan varastojen (76 milj. mk) paino teollisuuteen (74 milj. mk) verrattuna on liiallinen myöhäisemmän perusvuoden vuoksi ja että nämä elinkeinot eivät edusta koko yrityssektoria.⁶⁵

KUVIO 4

Varastoinvestoinnit kausipuhdistettuina 1977.1 - 1982.4

Yrityssectorille arvioidut varastoinvestoinnit, 75 mmk ———
Teollisuuden (74 mmk) ja kaupan (76 mmk) varastoinvestoinnit - - - - -



⁶⁵Mainittujen seikkojen vaikutuksesta kertoo myös sarjojen välinen korrelaatio, joka ei muodostu kovinkaan korkeaksi. Sen näkee esimerkiksi seuraavasta regressioanalyysin tuloksesta:

$$\Delta V_{TK} = .78 \Delta V_Y \quad R^2 = .50 \quad DW = 1.84, \\ (4.8)$$

jossa

ΔV_{TK} = teollisuuden + kaupan varastoinvestoinnit
 ΔV_Y = yrityssectorin varastoinvestoinnit

4.1.3 Varastotyypeittaiset aikasarjat

Neljännesvuosittaisten varastojen dekomponointi varastotyypeittäin 1960-luvulla ja 1970-luvun alkupuolella täytyy suorittaa kiertotietä. Tämä tapahtuu selvittämällä, miten eri varastoinvestointityypit muodostuvat.

"Edustavan yrityksen" tapauksessa yleisesti pätee varastoinvestointi-identiteetti:

$$(27) \quad \Delta V = I - O$$

V = varasto

I = input varastoon

O = output varastosta

Varaston muutos saadaan varastoon tulevan ja varastosta lähtevän materiaalivirran erotuksena. Varastotyyppistä (lopputuote, keskeneräiset työt, raaka-aineet) riippuu, minkä sisällön input- ja output-muuttujat saavat. Esimerkiksi koko varastojen muutoksen tapauksessa myynti on varastojen näkökulmasta output ja materiaalipanosten osto input.

Sovelletuna koko yrityssektoriin kansantalouden tilinpidon käsittein saa identiteetti seuraavan muodon

$$(28) \quad \Delta V_T = \Delta V_R + \Delta V_K + \Delta V_L = (M_R + Q_P - Q_A - Q_{AX}) \\ + (Q_A + VA - Q_L - Q_{LS}) + (Q_L + M_L - S_L)$$

jossa

ΔV_T = kokonaisvarastojen muutos

ΔV_R = raaka-ainevarastojen muutos

ΔV_K = keskeneräisten töiden muutos

ΔV_L = lopputuotevarastojen muutos

M_R = raaka-aineitten tuonti

Q_P = alkutuotanto

Q_A = materiaalipanosten virta tuotantoon

- Q_{AX} = alkutuotteiden vienti
 VA = arvonlisäys (sisältää myös energiapanoksen)
 Q_L = lopputuotteiden virta myyntivarastoon
 Q_{LS} = tilaustöiden myynti
 M_L = lopputuotteiden tuonti (varastoitava)
 S_L = varastoitavien lopputuotteiden myynti

Raaka-ainevarastot siis muodostuvat raaka-aineitten tuonnista ja alkutuotannosta. Alkutuotteiden viennin (Q_{AX}) on oletettu tapahtuvan yritys sektorin toimesta, jolloin asianomaiset mahdolliset vientivarastot sisältyvät tähän. Alkutuotteiden vienti voidaan olettaa kuitenkin merkityksettömän pieneksi.

Keskeneräisten töiden varantoa lisäävät materiaalipanokset (raaka-ainevarastosta) ja siihen yhdistynyt yritys sektorin sisällä nettotuettu tuotannon arvonlisäys sekä energiapanos. Lopputuotteiden virtaaminen pois tuotantoprosessista pienentää varantoa. Tilaustuotteet (Q_{LS}) menevät suoraan myyntiin ja loput lisäävät valmistuotevarastoa. Lopputuotevarastoja kasvattaa myös varaston kautta tapahtuva lopputuotetuonti. Mainittakoon tässä yhteydessä, että tuotavista investointivaroista näyttää ulkomaankauppata tilastojen perusteella valtaosa olevan sellaisia, jotka eivät kulje varaston kautta. Tällöin lopputuotetuontina saattaisi vaihtoehtoisesti tulla kysymykseen ainoastaan kulutustavaratuonti. Tähän kysymykseen palataan jäljempänä uudelleen myyntimuuttujan konstruoinnin yhteydessä (kpl 4.2.1). Myynti omalta osaltaan pienentää lopputuotevarastoja.

Kuten varastoinvestointi-identiteetistä nähdään, dekomponoidut varastoinvestoinnit koostuvat osittain sekä tunnetuista että tuntemattomista tekijöistä. Neljännesvuosihavaintoja on saatavissa ainoastaan tuotanto- ja tuontieristä (Q_p , VA , M_R ja M_L). Tällöin on turvaututtava yksinkertaistaviin oletuksiin, jolloin on mahdollista estimoida teollisuuden keskeneräisille töille ja raaka-ainevarastoille neljännesvuosivaihtelut.

Neljännesvuosivaihtelua arvioidaan yllä olevien virtaidentiteettien avulla. Keskeneräisten töiden osalta virtaidentiteetti on seuraava-nlainen:

$$(29) \quad \Delta V_K = Q_A + VA - Q_L - Q_{LS}$$

Keskeneräisten töiden varantoa kasvattaa siihen tuleva virta, tuotannon bruttoarvo ($Q_A + VA$). Keskeneräisten töiden varannosta poistuu tietty materiaalivirta, sitä mukaa kuin tuotteet ovat läpäisseet tuotantoprosessin.

Arvioitaessa tuotantoprosessin pituutta havaitaan ensin teollisuustilaston perusteella, että keskeneräisten töiden varannosta koneiden sekä kulkuneuvojen valmistus käsittää noin 70 - 80 %. Tällöin näiden toimialojen tuotannon bruttoarvo on määräävä keskeneräisten töiden muutosten kannalta. Yhtälössä (30) ja kuviossa 5 on esitetty selitysmalli kausipuhdistamattomien keskeneräisten töiden määräytymisestä. Selittäjä, kone- ja kulkuneuvoteollisuuden neljännesvuosittainen bruttoarvo, on laadittu soveltamalla arvonlisäyksen volyyymi-indeksi-sarjaa vuoden 1975 tuotannon bruttoarvon määrään. Tällöin oletetaan tuotannossa pätevän Leontief-teknologian, ts. oletetaan, että tuotannon bruttoarvon vaihtelut ovat samat kuin arvonlisäyksen vaihtelut.

Varannon tulovirran puolella toimi hieman yllättäen parhaiten neljänneksen viive tuotannossa. Tämä selittyy sillä, että suhdannekäänteissä nopeimmin reagoivat tuotantoprosessin kestoltaan lyhyet alihankkijatoimipaikat. Näiden keskeneräisten töiden varannot ovat suhteellisen vähäisiä. Vasta myöhemmässä vaiheessa vaikutukset ulottuvat toimipaikkoihin, joiden keskeneräiset työt suhteessa tuotantovirtaan ovat suuret. Poistumapuolella toimi parhaiten toisesta neljänneksestä alkava kuuden neljänneksen pituinen tuotannon jakautunut viive, joka kuvastaa erilaisten tuotantoprosessien pituuksien eroja. Viivejakauma viittaa noin vuoden pituiseen keskimääräiseen tuotantoprosessiin koneiden ja kulkuneuvojen valmistuksessa. Teollisuustilaston mukaan näyttää siltä, että viive on pitempi kulkuneuvojen kuin koneiden valmistuksessa.

$$(30) \quad \Delta V_K = \underset{(1.5)}{641.7} + \underset{(6.1)}{0.634} (Q_{BKK-1}) - \underset{(4.8)}{0.892} \left(\sum_{i=2}^8 h_i Q_{BKK-i} \right)$$

$$\bar{R}^2 = .57 \quad DW = 1.97 \quad SEE = 230 \quad (\text{suluissa alla t-arvot})$$

estimointiperiodi 76.1 - 83.1 (sarjat kausipuhdistamattomia)

V_K = teollisuuden keskeneräiset työt, 75 mmk

Q_{BKK} = kone- sekä kulkuneuvoteollisuuden tuotannon bruttoarvo
75 mmk

Jakautuneiden viivästymien painot estimoitiin 2. asteen Almonin polynomien avulla (viivejakauman molemmat päät on rajoitettu nolnaan).

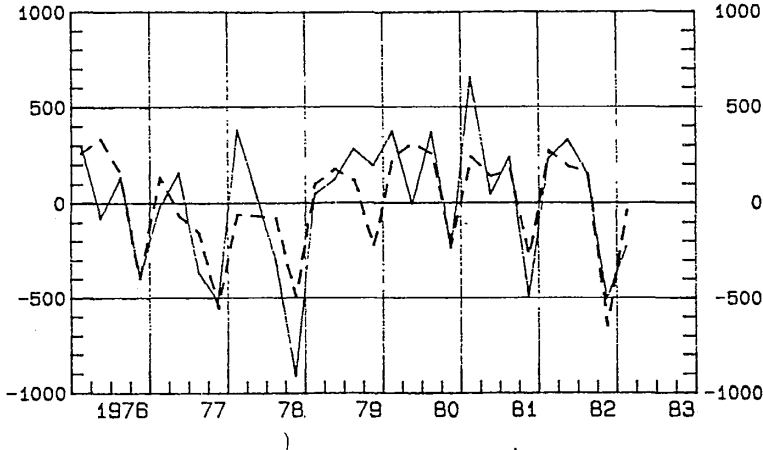
Painorakenne:

| viivästymä (i) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | summa |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| paino (h_i) | .07 | .13 | .16 | .17 | .16 | .13 | .07 | = 1 |

KUVIO 5

Teollisuuden keskeneräisten töiden muutos 1976.1 - 1983.1, 75 mmk

Toteutunut ————
Mallin 30 sovite - - - - -



Raaka-ainevarastojen muutoksen vastaava kokeilu on esitetty yhtälössä (31) ja kuviossa 6. Lähestymistapana tässä on puhtaasti identiteettitarkastelu. Yhtälön (28) oikean puolen ensimmäisen termin mukaisesti raaka-ainevarastoihin tuleva virta koostuu raaka-aineiden sekä poltto- ja voiteluaineiden tuonnista ja alkutuotantohyödykkeiden (maa- ja metsätalous) tuotannosta. Teollisuuden tuotanto puolestaan kuvaa poistuu-

maa raaka-ainevarastoista. Jälleen tuotanto selittää parhaiten yhden neljänneksen viipeellä. Tämä kuvastanee sitä seikkaa, että tuotantoprosessin pituus joustaa jossain määrin suhdannetilanteen vaihdellessa. Syynä saattavat olla samantapaiset toimipaikkojen väliset viipeet, joita pohdittiin jo aikaisemmin keskeneräisten töiden yhteydessä.

$$(31) \quad \Delta V_R = -1765.996 + .498 (I) - 1824.148 (O_{-1})$$

(3.26) (7.41) (4.85)

$$\bar{R}^2 = .65 \quad DW = 2.29 \quad SEE = 318 \quad (\text{suluissa alla t-arvot})$$

estimointiperiodi 75.1 - 83.1 (sarjat kausipuhdistamattomia)

V_R = teollisuuden raaka- ja polttoainevarastot, 75 mmk

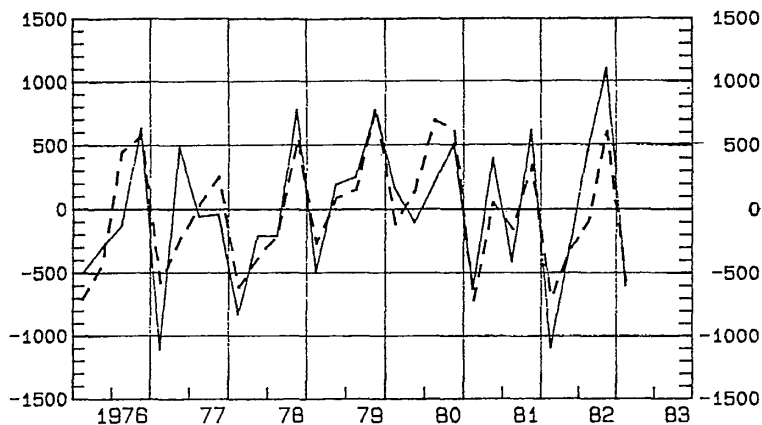
I = raaka-ainetuonti + alkutuotanto, 75 mmk

O = teollisuustuotannon volyymi-indeksi, 75 = 1.00

KUVIO 6

Raaka- ja polttoainevarastojen muutos 1976.1 - 1983.1, 75 mmk

Toteutunut
Mallin 31 sovite



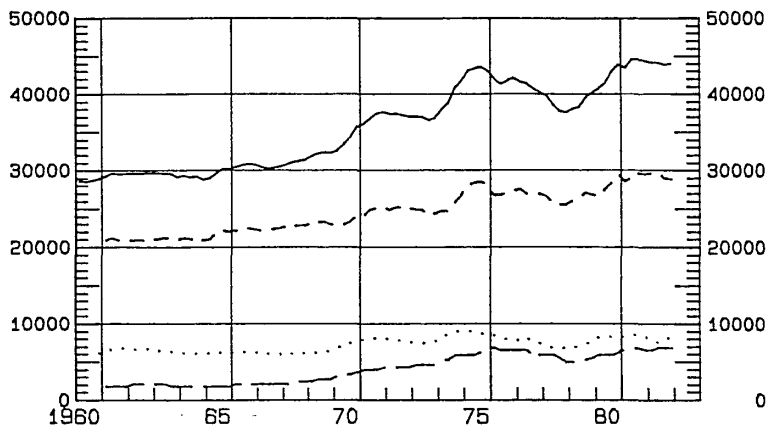
Yllä kuvattuihin regressioyhtälöihin (30) ja (31) sovelletaan neljännesvuosittaisia eksogeenisiä tekijöitä vuosina 1960 - 1974. Näin las-

kettujen sarjojen avulla muunnetaan ETLAn keräämät teollisuuden raaka-aine- ja keskeneräisten töiden vuosittaiset varastosarjat neljännesvuosisarjoiksi. Kuviossa 7 on esitetty nämä neljännesvuosittaiset varastokantasarjat kausipuhdistettuina. Lisäksi on esitetty koko yrityssektorin arvioidun varastokannan ja yllä mainittujen sarjojen välisenä erotuksena laskettu sarja. Tämä sisältää pääasiassa lopputuotevarastoja (teollisuuden lopputuotevarastot ja kaupan) mutta myös keskimäärin noin 15 % muita varastoja (muiden toimialojen osalta lähinnä raaka-aineita).

KUVIO 7

Yrityssektorin varastot varastotyypeittäin neljännesvuosittain kausipuhdistettuina 1961 - 1982, 75 mmk

Yritysten varastot
 Yritysten lopputuotevarastot
 Yritysten keskeneräisten töiden varastot
 Yritysten raaka- ja polttoainevarastot



4.1.4 Yritysvarastojen kehitykseen liittyviä piirteitä

Kuviosta 3 (luku 4.1.2) nähdään, että yritysten varastoinvestointien suhdannevaihtelu on 1970-luvun loppupuolelle saakka voimistunut. Tämä

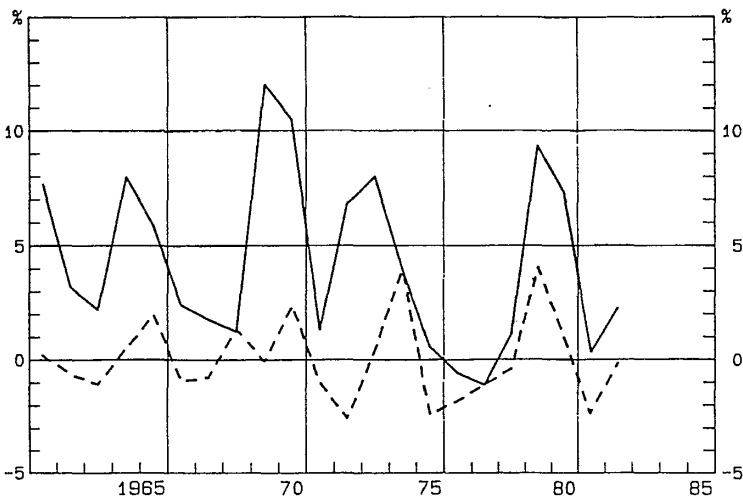
johtuu pääosin varastokannan kasvusta, joka oli suhteellisen voimakasta vuoteen 1975 saakka (kuvio 7). Varastokannan kasvua seurannut noin kolmen vuoden varastojen purkamisvaihe aiheutti sen, että varastot pienenivät takaisin 1970-luvun alkupuolen kokoon. Viimeinen korkeasuhdanne vasta on kasvattanut kiinteähintaiset varastot suunnilleen yhtä suuriksi kuin ne olivat 1970-luvun puolivälissä.

Varastojen muutoksen vaikutus kokonaiskysynnän muutokseen osoittaa, että suhteellisen pienestä painoarvostaan huolimatta varastojen merkitys suhdannevaihteluiden kannalta on huomattava (kuvio 8). Varastojen pidon transaktiomotiivin kannalta on huomionarvoista, että varastoinvestointien suhdannevaihtelut ajoittuvat suunnilleen samoin yleisten suhdannevaihteluiden kanssa. Varastojen puskurikäyttöön viittaa se, että varastoinvestointien käänne pisteet ajoittuvat usein hieman muun suhdannevaihtelun käänne pisteiden jälkeen. Etenkin 1970-luvun alkupuoliskolla tämä näkyy selvästi.

KUVIO 8

Varastojen muutoksen vaikutus kokonaiskysynnän volyymin muutokseen 1961 - 1982, %

Kokonaiskysynnän volyymin muutos —————
Varastojen pl. tilastovirhe muutoksen vaikutus - - - - -

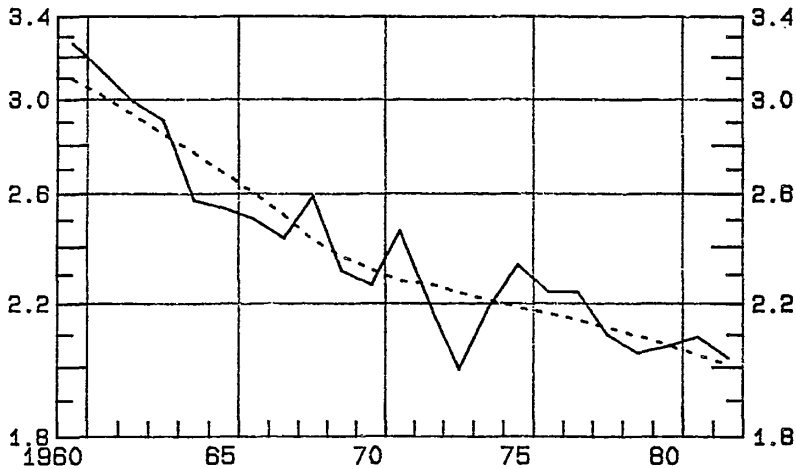


Tyypillinen piirre yritysvarastoille on, että niiden suhde myyntiin (tarkemmin luvussa 4.2.1) on jatkuvasti laskenut. Kuviosta 9 ilmenee, että kyseinen suhde on 1970-luvulla pienentynyt vain hieman hitaammin kuin aikaisemmin. Varastot näyttävät uusiutuvan nykyään runsaassa puolessa vuodessa. Todennäköisesti "kyllästymispiste" ja trendin taittuminen horisontaaliseksi ei vielä ole lähellä. Syynä varastojen kierto nopeuden kasvuun on ilmeisestikin rationalisointi, joka on aiheutunut kustannustietouden lisääntymisestä, kuljetus- ja informaatioyhteyksien paranemisesta tms. seikoista. Toimialojen välisiä rakenteellisia seikkoja tuskin on havaittavissa tämän kehityksen selittämiseksi. Eräs mahdollinen selitys tulee suoraan niin kutsutusta neliöjuurisäännöstä (ks. luku 2.1); transaktiovarastojen kasvu suhteessa myyntiin on hidasta, koska tarvittava varastomäärä riippuu myynnin neliöjuuresta.

KUVIO 9

Yritysten varastojen suhde myyntiin 1960 - 62, 75 mmk
(asteikko logaritminen)

Varastot vuoden lopussa/vuoden myynti
Liukuvan keskiarvon trendi



Eri varastokomponenttien keskimääräiset pitoajat näyttävät 1970-luvulla seuraavilta:

| varastotyyppi | keskimääräinen varastonpitoaika neljännesvuotta |
|----------------------------|--|
| V_T (koko) | 2.5 |
| V_R (raaka-aine) | 0.5 |
| V_K (keskeneräiset työt) | 0.4 |
| V_L (lopputuote) | 1.5 |

Yritysten varastojen keskimääräinen pitoaika näyttäisi siis olevan noin 2.5 vuosineljännestä eli runsaat 7 kk. 1960-luvulla pitoajat ovat jonkin verran tätä pitemmät.

Erikseen mainittakoon, että lopputuotevarastoissa teollisuuden valmistajien varastossapitoaika on ollut suunnilleen 0.5 neljänneksen luokkaa. Täten teollisuuden kokonaisvarastojen "läpimenoaika" on noin 1.5 vuosineljännestä. Kaupan varastojen (luetaan lopputuotevarastoihin yllä olevassa asetelmassa) keskimääräinen pitoaika on ollut lähes vuosineljänneksen.

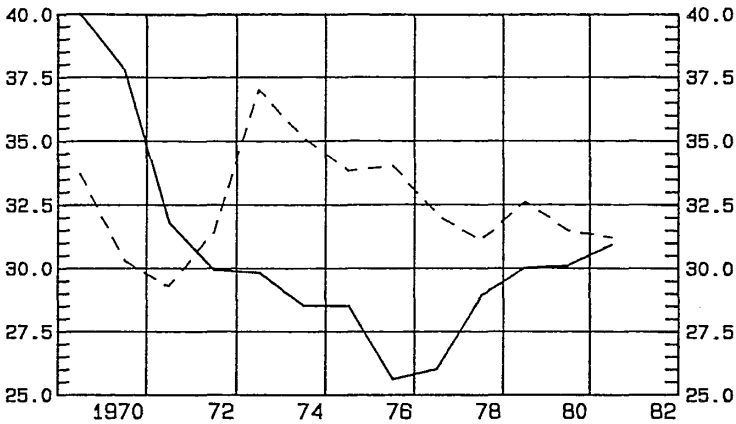
Varastojen aliarvostuksen perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä yritysten kannattavuuskehityksestä; kannattavuus on sitä parempi, mitä suurempi aliarvostus suhteellisesti on (ks. luku 2.5). Kuvion 10 perusteella voidaan päätellä, että teollisuustoiminnan kannattavuus oli heikoimmillaan v. 1976 ja 1977 ja kaupan v. 1971. Raju lasku 1970-luvun alussa johtuu aliarvostusoikeuden pienenemisestä 100 prosentista 50 prosenttiin vuonna 1969. Aliarvostuksen tasoeroista elinkeinojen välillä ei voida kuvion perusteella tehdä kovinkaan pitkälle meneviä päätelmiä, koska varastojen asema tuloksentasauksessa on hieman erilainen teollisuudessa ja kaupassa. Edellisessä lienee kiinteän pääoman poistoilla keskeisempi merkitys kuin kaupassa. Huomiota kiinnittää joka tapauksessa se, etteivät kumpikaan missään vaiheessa

ole lähelläkään maksimaalista 50 prosentin aliarvostusoikeutta.⁶⁶

KUVIO 10

Varastojen aliarvostus 1960 - 1982, prosentteina hankintahinnasta

Teollisuus
Kauppa



⁶⁶Saattaa kuitenkin olla, että yritykset haluavat pitää "aliarvostusvaraa" eivätkä pyrikään maksimaaliseen aliarvostukseen, vaan hankkivat mieluummin varastoon jo hyvissä ajoin ennen "pakkoa".

Toisena mahdollisena syynä aliarvostusasteen alhaisuuteen saattaa olla sellainen yritysten jakautuma, että jatkuvasti huomattava osa yrityksistä joutuu suorittamaan varastohankintoja tuloksentasausmielessä. Ääritapauksessa esimerkiksi keskimääräinen 30 prosentin varastovaraus saattaa muodostua siten, että 3/5 yrityksistä on käyttänyt kuluvarantonsa loppuun, kun taas loput eivät aliarvosta varastojaan lainkaan.

Molempia näkökulmia tukee se, että varastojen suhteellinen aliarvostus on havaintojaksena (etenkin kaupassa) ollut melko tasaista. Vaihtelut ovat kummassakin olleet keskiarvosta noin $\pm 10\%$. Vrt. Koskenkylä - Pekonen (1976).

4.2 Selittävät muuttujat

4.2.1 Myynti

Yrityssektorin myyntimuuttuja voidaan laatia vaihtoehtoisin tavoin. Ensinnäkin voidaan yrittää konstruoida yrityssektorin myynti yhdistämällä keskeisimpien elinkeinojen (teollisuus ja kauppa) tilastoidut myyntitiedot tai niiden proxy-muuttujat. Toisaalta voidaan lähteä liikkeelle aiemmin esitetyn varastojen virtaidentiteettikehikon pohjalta ja käyttää hyväksi siihen sisältyvien aikasarjojen informaatiota. Tilastojen luotettavuus- ja saatavuusnäkökohtien perusteella valittiin jälkimmäinen vaihtoehto.⁶⁷

Yrityssektorin varastoidentiteetti kokonaisvarastojen suhteen (yhtälö 28) muodostuu seuraavaksi:

$$(32) \quad \Delta V_T = M_R + Q_P + VA + M_L - (S_L + Q_{LS})$$

⁶⁷Kaupan myynneistä saa periaatteessa tietoja tukku- ja vähittäiskaupan myyntitilastosta, josta tiedot on saatavissa kiinteähintaisina kuukausittain. Kaupan myyntisarjojen heikkoutena on, että otantaperiaatteita on aika ajoin muutettu, joten aikasarja sisältää useita epäjatkuvuuskohtia. Lisäksi tukku- ja vähittäiskaupan keskinäistä myyntiä ei voida nettouttaa.

Teollisuuden myyntiä ei sellaisenaan ole tilastoitu. Teollisuuden tasetilastosta saadaan käypähintainen liikevaihto vuosittain. Liikevaihto ei kuitenkaan täsmälleen vastaa myyntiä ja käypähintaisena siihen liittyy deflaatioongelmia (varsinaista liikevaihdon deflaattoria ei ole). Liikevaihdon neljännesvuosisarjan muodostamisessa saattaa aiheuttaa ongelmia lisäksi se, että kaikkien yritysten tilivuosi ei osu yksiin kalenterivuoden kanssa. Myynnin selville saamiseksi voidaan vaihtoehtoisesti yrittää soveltaa varastoidentiteettiä, jossa myynti saadaan, kun koko teollisuuden tuotannon deflatoidusta bruttoarvosta vähennetään teollisuuden kiinteähintaiset varaston muutokset.

Yritysten myyntisarja saadaan tästä yhdistämällä kaupan ja teollisuuden myyntitiedot. Yrityssektorin sisäistä myyntiä ei sarjasta kuitenkaan voida nettouttaa, joten kuva etenkin myynnin suuruudesta muodostuu harhaiseksi.

Jos myynti varastoista (S_L) ja tilaustöiden myynti (Q_{LS}) yhdistetään kokonaismyynniksi (S_A), voidaan myynti laskea seuraavasti:

$$(33) \quad S_A = Q_P + M_R + M_L + VA - \Delta V_T$$

Aiemmin todettiin, että investointitavaroiden tuonnista suurin osa on ei-varastoitavia hyödykkeitä (kpl 4.1.3). Tällöin myyntimuuttujan empiirisissä sovellutuksissa voidaan kokeilla vaihtoehtoisena muuttujia, joihin investointitavaroiden tuonti joko sisältyy tai ei sisälly. Kuviossa 11 on esitetty molemmat vaihtoehdot. Investointitavaroiden tuonti näyttää vaikuttavan lähinnä tasoerona sarjojen välillä.

Muuttujan S_A etuna on, että sitä käytettäessä kaikki luvut saadaan muodostettua virallisten tilastojen perusteella. Haittapuolena tässä saattaisi ajatella olevan raaka-ainevarastokomponentin ajallinen etäisyys myynnistä. Kun raaka-aineiden sekä keskeneräisten töiden varastojen kiertonopeus yhteensä on noin neljännesvuosi, merkitsee tämä materiaalivirran kannalta tarkasteltuna sitä, että varsinaiseen myyntitapahtumaan liittyviä raaka-ainevaraston muutoksia sisältyy edellisen neljänneksen myyntimuuttujaan.

Neljännesvuosiaineistoa käytettäessä tulisi pyrkiä ajallisesti mahdollisimman lähellä olevien muuttujien avulla laadittavaan myyntimuuttujaan. Käytännössä on mahdollista ainoastaan jättää raaka-ainevarastot pois, jolloin saadaan vaihtoehtoiselle kokonaismyynnikille (S_B) määritelmä:

$$(34) \quad \begin{aligned} (S_L + Q_{LS}) &= Q_A + VA + M_L - \Delta(V_K + V_L) \\ &\approx c \cdot T_B + M_L - \Delta(V_K + V_L) = S_B \end{aligned}$$

jossa

T_B = teollisuuden tuotannon bruttoarvo (= $Q_A + VA$)

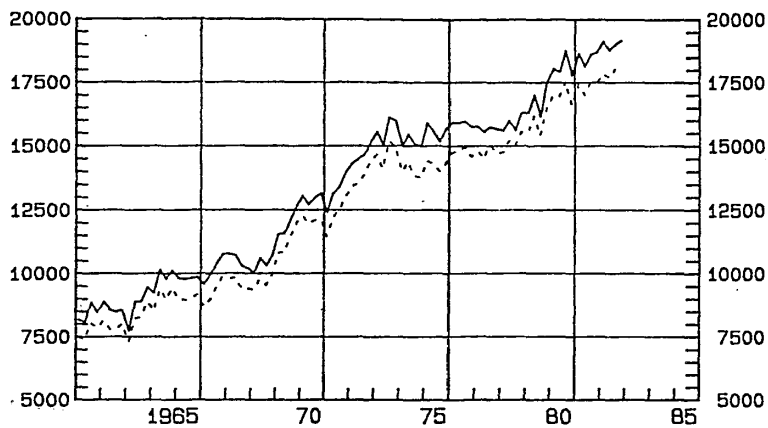
c = teollisuuden sisäisen kaupan nettoutuskerroin

(P-T-tutkimus: $c \sim .7$)

KUVIO 11

Myyntimuuttuja (S_A) 1961.1 - 1982.4, 75 mmk

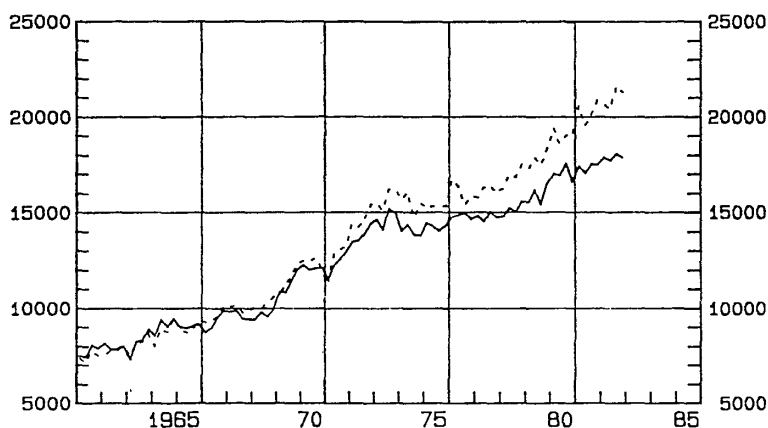
Myynti ml. investointitavaroiden tuonti —————
 Myynti pl. investointitavaroiden tuonti - - - - -



KUVIO 12

Myyntimuuttuja, pl. investointitavaroiden tuonti
1961.1 - 1982.4, 75 mmk

Muuttuja S_A —————
 Muuttuja S_B - - - - -



Lopputuotteiden ja keskeneräisten töiden varastojen muutos (jaksolla 1960 - 1976) on kaavan (34) ongelmallisin osa (vrt. kpl 4.1.3). Vähentämällä kokonaisvarastojen muutoksesta yhtälössä (31) esitetyn mallin

perusteella laskettu raaka-ainevarastojen muutos saadaan vuosille 1960 - 1974 proxy keskeneräisten töiden ja lopputuotteiden varastojen muutoksille. Vuosille 1975 ja 1976 saadaan suoraan varastotilaston mukaiset raaka-ainevarastotiedot. Vuodesta 1977 eteenpäin saadaan tarvittaessa eristettyä myös muun yrityssektorin varastojen muutokset (pääasiassa raaka- ja polttoaineita).

Teollisuuden tuotannon bruttoarvon laskemisessa sovelletaan ns. Leontief-tuotantofunktio-oletukseen perustuvaa menettelyä, jossa tuotannon bruttoarvon vuoden 1975 määrä on ketjutettu tuotannon arvonliikkeen muutoksilla (ks. tarkemmin luku 4.2.5). Teollisuuden tuotannon bruttoarvolukuihin sisältyy myös teollisuuden sisäinen myynti, joka panos-tuotostutkimuksen mukaan on noin 30 % koko teollisuuden tuotannon bruttoarvosta. Teollisuuden sisäisen myynnin nettouuttamiskerroin (c) on arvioitu neljännesvuosittaiseksi lineaarisesti vuosien 1970 ja 1980 panos-tuotostaulukoiden havaintopisteiden avulla. Myyntimuuttuja S_B sisältää periaatteessa myös energiapanoksen, joka on muuttujan S_A yhteydessä hankala ottaa eksplisiittisesti huomioon.

Kuviossa 12 on esitetty molemmat vaihtoehdot myyntimuuttujat (S_A ja S_B , ilman investointitavaroiden tuontia). Muuttujat käyttäytyvät yleisesti ottaen keskenään samankaltaisesti. Muuttuja S_B :n trendi näyttää 1970-luvulta lähtien jyrkentyvän S_A :ta enemmän.

4.2.2 Tuotantokustannukset

Aiemman tarkastelun mukaisesti tässä tutkimuksessa relevantteina tuotantokustannuksina tulevat kysymykseen lähinnä yrityssektorin tavara-tuotannon muuttuvat kustannukset (kpl 2.3 ja 3.1). Näitä voidaan mitata esimerkiksi teollisuuden tuotannon hintaindeksin avulla. Tuotannon hintaindeksi sisältää kuitenkin myös toimintaylijäämän, joka ei yritysten näkökulmasta ole tuotantokustannus. Toimintaylijäämä vaihtelee voimakkaasti ja saattaa olla indeksin suhdannevaihteluita dominoiva erä.

Edellä mainitun ongelman välttämiseksi konstruoidaan vaihtoehtoinen tuotantokustannusmuuttuja. Varastoinvestointien kannalta keskeisimpiä kustannuseriä ovat yhtäältä materiaalikustannukset ja toisaalta tuotannontekijöistä maksetut korvaukset. Panos-tuotostutkimuksesta saa poikkileikkaustietoa näiden tuotantokustannuserien suhteellisista osuuksista (taulukko 5):

TAULUKKO 5

Tehdasteollisuuden keskeisimpien tuotantokustannuspanoksien jakautuminen v. 1970 ja 1980 (panos-tuotostutkimus, toimialat 06 - 44)

| | % - jakautuma | |
|--|---------------|--------|
| | 1970 | 1980 |
| alkutuotanto | 30.3 | 22.5 |
| - maatalous | (16.9) | (12.2) |
| - metsätalous | (11.4) | (9.0) |
| tuonti | 29.0 | 35.0 |
| palkat + työnantajan sosiaaliturvamenot | 36.6 | 36.8 |
| energia (sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto) | 4.0 | 5.6 |
| yhhteensä | 100 | 100 |

Materiaalikustannusten osuus näyttää tässä jaottelussa hieman suuremmalta (keskimäärin noin 58 %) kuin tuotannontekijöiden käytöstä aiheutuvat kustannukset.⁶⁸

Taulukossa esitetyt tuotantopanokset ovat energiapanosta lukuun ottamatta saatavissa Suomen Pankin neljännesvuosimallin (B0F3) kausipuh-

⁶⁸Taulukossa esitettyjen erien lisäksi merkittävä osuus on kiinteän pääoman kulumisella, joka sisältää normaalin kulumisen, odotetun vanhanaikaistumisen sekä tavanomaiset vahingot. Näiden kiinteäluonteisten kustannusten ei katsota vaikuttavan varastoinvestointipäätöksiin. Väli-illisten verojen ja tukipalkkioiden osuus on vähäinen. Tukipalkkiot näyttävät keskittyvän pääasiassa elintarviketeollisuuteen, mutta tämän toimialan varastojen osuus kaikista teollisuuden varastoista on suhteellisen pieni (~ 8 %), joten kokonaisuuden kannalta niiden vaikutus varastoinvestointipäätöksiin on vähäinen.

distettuina sarjoina. Maa- ja metsätalouden hinnat ovat peräisin vastaavista Tilastokeskuksen hintaindeksisarjoista. Alkutuotantoon jäljelle jäävän kaivannaistoiminnan hintojen (paino noin 1 %) oletetaan noudattavan raaka-aineiden tuontihintojen kehitystä. Sekä raaka-ainetuonnista että raakaöljyn ja poltto- ja voiteluaineiden tuonnista on olemassa kausipuhdistettu yksikköarvoindeksi. Vastaavilla määrillä yhteenpainotettuina nämä antavat raaka- ja polttoaineiden tuontihinnat. Tässä sarjassa poltto- ja voiteluaineet muodostavat noin kolmanneksen.⁶⁹ Palkat ja sosiaalikulut saadaan, kun teollisuuden kausipuhdistettuun ansiotasoindeksiin sovelletaan kerrointa, joka korottaa ansiotasoindeksiä työnantajien sosiaalikulujen osuudella.⁷⁰

Teollisuuden energiakustannusten osuus ei näytä suurelta muihin eriin verrattuna. Kuitenkin energiapanoksen osuus on muuttunut 1970-luvulla suhteellisesti eniten ennen kaikkea nk. energiakriisien vaikutuksesta. Tästä syystä katsottiin tarpeelliseksi laatia teollisuuden energiakustannusmuuttuja. Tämän neljännesvuosittaisen aikasarjan laskentaperiaatteet on esitetty liitteessä 2.

Edellä kuvatut hintasarjat on painotettu yhteen teollisuuden tuotantokustannuksia edustavaksi indeksisarjaksi. Painot on laskettu liukuvas-ti lineaarista interpolaatiota käyttäen vuosien 1959, 1970 ja 1980 panos-tuotostaulukoiden jakaumien perusteella (käytetyt painot esitetty liitteessä 3). Kuviossa 13 on esitetty näin laskettu teollisuuden tuotantokustannusindeksi yhdessä Tilastokeskuksen teollisuuden tuottajan hintaindeksin kanssa. Ensin mainittu näyttää vaihtelevan hintaindeksisarjaa jyrkemmin. Tämä viittaisi toimintaylijäämän suhdannevaihteluita tasaavaan luonteeseen (mikä johtunee kirjanpidollisten voittojen käyttämisestä).

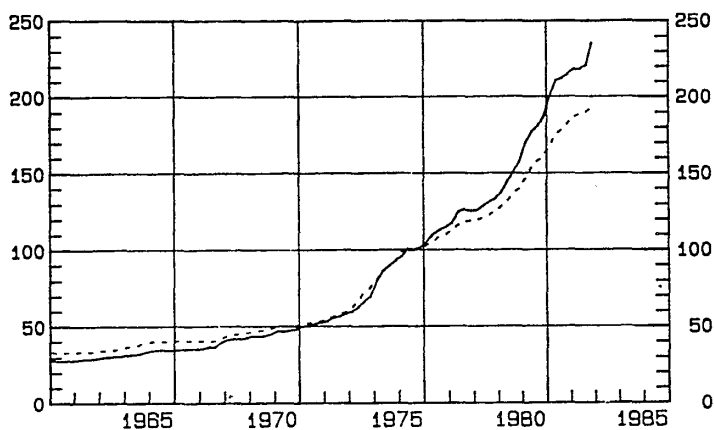
⁶⁹Ne tulevat otetuiksi huomioon myös teollisuuden käyttämän energian hinnoissa. Kaksinkertaisen laskennan vaikutus on kuitenkin vähäinen, koska valtaosa polttoaineista on öljytuotteita, jotka noudattavat raakaöljyn hintakehitystä.

⁷⁰Ks. lähemmin Suomen Pankin neljännesvuosimalli BOF3 (1983).

KUVIO 13

Teollisuuden tuotantokustannukset 1961.1 - 1982.4, 1975 = 100

Tuotantokustannukset pl. toimintaylijäämä
 Tuottajahintaindeksi ml. toimintaylijäämä



4.2.3 Varastonpitokustannukset

Varastoon sitoutuvan pääoman kustannus on keskeisimpiä varastonpitoon vaikuttavia kustannuksia. Suhteellisen lyhytaikaisen velan korko edustaa varastoihin sitoutuneen pääoman kustannuksia parhaiten, koska se on lähellä varastojen kanssa kilpailevan sijoituskohteen, rahoitusomaisuuden, saamia vaihtoehtoistuottoja.⁷¹ Varastokustannusten (lyhyen aikavälin) vaikutustarkastelussa kiinteillä ja kiinteäluontoisilla kustannuksilla (vuokrat, poistot, samoin osa palkoista yms.) ei ole suhdannetarkastelussa merkitystä (kpl 2.3 ja 3.1).

⁷¹Myös marginaalinäkökulma tukee käsitystä, että varastojen rahoitus tapahtuu lyhytaikaisella vieraalla pääomalla. Yrityksen rahoituslähteiden prioriteettijärjestys on seuraava: ensin käytetään omat varat ja vasta sitten otetaan velkaa, yleensä ensin pitkäaikaista. Rahoituksen käytössä prioriteettijärjestys ilmenee hyvin likviditeettikriisitilanteessa, jossa varastot pyritään realisoimaan tavallisesti ensimmäisten joukossa.

Vaihtoehtoisina korkomuuttujina on käytetty pankkien keskimääräistä antolainauskorkoa, eurodollarikorkoa tai pankkien keskuspankkivelan marginaalikorkoa. Kaikista näistä on käytettävissä neljännesvuositilastot 1960-luvulta alkaen.

Eri korkomuuttujat heijastuvat varastoinvestointeihin hieman eri tavoin.⁷² Pankkien keskimääräiseen antolainauskorkoon sisältyvät myös pitkäaikaisten lainojen korot, jotka eivät suoranaisesti liity varastojen rahoitukseen. Eurodollarikorot edustavat lyhytaikaisen rahoituksen kustannuksia, joista Suomessa ei ole saatavissa luotettavia tietoja. Eurodollarikoron vaikutus Suomen rahamarkkinoihin on vasta 1970-luvulla lisääntynyt pääomamarkkinoidemme tultua avoimemmiksi.

Varastoitujen hyödykkeiden hintojen muutokset aiheuttavat varastojen pääomavoittoja/-tappiota ($\dot{p}_v - \dot{p}$, jossa \dot{p}_v = varastossa olevien hyödykkeiden hinnan muutos, \dot{p} = yleinen hintatason muutos). Odotukset tällaisten suhteellisten hintojen muutoksista saattavat aiheuttaa spekulatiivisen varastoinvestoinnin. Tietynlaisia pääomavoittoja saadaan varastoista myös siinä tapauksessa, että varastohyödykkeiden hinta nousee nopeammin kuin vastaavan rahoituksen (impliisiittinen) korko, yleisestä inflaatiiovauhdista riippumatta.

Hintamuuttujan tulisi liittyä läheisesti varastoitaviin hyödykkeisiin. Ensimmäisenä muuttujavaihtoehtona kysymykseen tulee tukkuhintaindeksi, joka kuvaa sekä kotimaassa valmistettujen että tuotujen hyödykkeitten hintakehitystä. Vaihtoehtoisia muuttujia tälle olisivat BKT:n deflaattori ja tuonnin hintaindeksi. Jälkimmäinen on mahdollista haluttaessa tarkentaa käsittämään ainoastaan raaka-aineet ja kulutushyödykkeet. Tukkuhintaindeksi on lähempänä lopputuotevarastoja, kun taas BKT:n deflaattori ja tuontihintaindeksi liittyvät läheisemmin panosvarastoihin.

Vähentämällä nimelliskorosta hintojen muutos saadaan reaalikorko, jossa muodossa varastonpitokustannukset ovat tässä tutkimuksessa pääasi-

⁷²Huomattakoon lisäksi, että Suomessa vallinneilla säännöstellyillä luottomarkkinoilla korolla saattaa olla vaikutusta myös yrityksen likviditeettiaseman kautta.

assa esitetyt. Neljännesvuosiaineistossa hintojen muutos on korotettava vuositason muutosnopeudeksi, jotta se olisi vuotuisen korkoprosentin kanssa vertailukelpoinen. Toinen vaihtoehto on tarkastella hintojen nousua edellisen vuoden vastaavasta neljänneksestä.

4.2.4 Rahoitusmuuttuja

Suomen pääomamarkkinoita on pidetty yleisesti melko kehittymättöminä. Pääomamarkkinoidemme leimallisia piirteitä ovat yritysten velkarahoituksen suuri osuus ja pankkien harjoittama luoton säännöstely. Näissä olosuhteissa yritysten toimintaa saattaa ajoittain rajoittaa likvidien varojen puute, jolloin muun muassa varastot saattavat joutua toimimaan "likviditeettipuskurina". Esimerkiksi rahoituksen saatavuuden kiristyessä varastot pienenevät ja päinvastoin. Tyypillistä oli, varsinkin ennen markkinarahankäytön viimeaikaista laajenemista, että määrällinen luotonsäännöstely kohdistui yrityksiin epätasaisesti. Muun muassa tämän johdosta makrotason likviditeettitilanteen mittareilla on vain indikaattorin luonne.

Yleistä rahoituksen saatavuustilannetta voidaan mitata rahoitusmarkkinoiden kireyttä kuvaavalla muuttujalla, esimerkiksi keskuspankkivielan marginaalikorolla,⁷³ joka kertoo yritysten mahdollisuuksista saada luottorahoitusta. Toisaalta yrityksen likviditeettitilanteeseen vaikuttaa sen tuloskehitys. Varsinkin kireiden rahoitusmarkkinoiden valitessa sisäisen rahoituksen merkitys korostuu.

Tässä tutkimuksessa sovelletaan sisäistä rahoitusta kuvaavana muuttujana yritysten nettokassavirtaa, jossa tuotannon jalostusarvosta on

⁷³Ks. Tarkka (1981).

vähennetty palkat, korot, verot, osingot ja poistot.⁷⁴ Tuloksentasauserien avulla yritys pystyy itse jossain määrin säätelemään yritykseen jäävää tulo-rahoitusta. Koska yritykset pyrkivät pitämään poistonsa (ensisijaisen tuloksentasausvälineensä) mahdollisimman lähellä lain sallimaa maksimia, on varastojen aliarvostusaste soveliain indikaattori tuloksentasauserien käytöstä likviditeetin säätelyn näkökulmasta.

Varastojen aliarvostusaste määritellään varastovarauksen ja maksimaalisen varastovaraus- oikeuden väliseksi suhteeksi. Varastovaraustietojen saatavuus on ongelmallista. Ensinnäkin yritystilastossa on varastojen aliarvostuksesta julkaistu tietoja vasta vuodesta 1975 alkaen. Sitä edeltävältä ajalta, vuodesta 1969 alkaen, on saatavissa EVL-tutkimuksen tietoja sekä teollisuudesta että kaupasta. Tätä aikaisemmalta ajanjaksolta joudutaan turvautumaan ETLAn keräämään näytteeseen eräiltä teollisuuden toimialoilta.⁷⁵ Varastovaraustiedot on interpoloitu neljännesvuosihavainnoiksi vuoden lopun havaintojen avulla olettamalla, että yritykset seuraavat tilannettaan neljännesvuosittain ja ikään kuin muuttavat varastojensa aliarvostusta vuoden sisällä vähitellen kohti tilivuoden lopun havaintoa.

Kertomalla yrityssektorin nettokassavirta varastojen aliarvostusasteella päädytään rahoitusmuuttujaan, joka indikoi yritysten sisäisen rahoituksen vaihteluita. Huomattakoon, että tämä muistuttaa luvussa 2.5 esitettyä veropaineindikaattoria. Kuviossa 14 on esitetty molemmat rahoitusmuuttujat: pankkien keskuspankkivelan marginaalikorko ja yritysten sisäisen rahoituksen indikaattori (varastojen aliarvostusaste x nettokassavirta). Visuaalisesti niiden ajoitukset eivät näyttäisi paljoakaan eroavan toisistaan; rahoitusmarkkinoiden kiristyessä myös sisäisen rahoituksen virta näyttää hidastuvan ja päinvastoin.

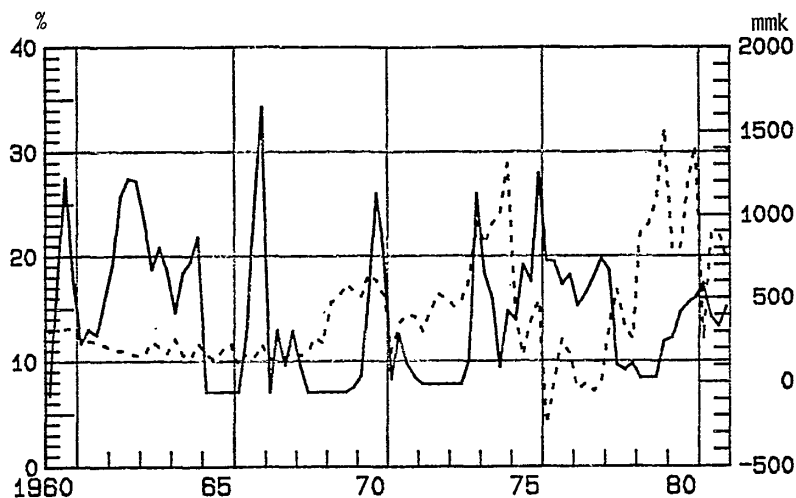
⁷⁴Lähde: Heikki Koskenkylä (1983). Nettokassavirta on siinä mielessä riittävä bruttokassavirtaan verrattuna, että poistot ensisijaisena tuloksentasausvälineenä ovat melko kiinteästi sidoksissa pääomakantaan ja ovat siten kehittyneet melko trendimäisesti. Ks. esim. Ruuhela (1975), joka on teollisuusyritysten kohdalla päätyntynyt tulokseen: mitä kannattavampi yritys sitä suurempi merkitys tuloksentasauksessa on poistoilla varastovaraukseen verrattuna.

⁷⁵Ks. Salo (1977), s. 93.

KUVIO 14

Yrityssektorin rahoitusmuuttujia 1960.1 - 1981.4

Pankkien keskuspankkirahoituksen marginaalikorko, % —————
 Yritysten nettokassavirta x varastojen aliarvostus-
 suhde, mmk - - - - -



4.2.5 Teollisuustuotanto

Luvussa 3.3 mainittiin yllättävän tuotantokehityksen tuloksena syntyvät tahattomat varastoinvestoinnit. Myös myyntimuuttujan laatimisessa tarvittiin tuotantomuuttujaa. Tuotantona tulee kysymykseen varastoitavia hyödykkeitä valmistava tuotanto, siis lähinnä teollisuustuotanto. Koska kysymys on materiaalivirroista, tarvitaan teollisuuden tuotannon bruttoarvon kiinteähintainen neljännesvuosisarja. Tätä ei saada suoraan tilastoista, vaan se on jouduttu muodostamaan teollisuuden tuotannon vuoden 1975 bruttoarvosta ketjuttamalla tuotannon kausipuhdistetuilla kansantalouden tilinpidon neljännesvuosittaisilla arvonlisän muutoksilla. Menetelmän edellytyksenä on oletus, että teollisuustuotannossa pätee Leontief-tuotantofunktio. Toisin sanoen tuotannossa

oletetaan panossuhteiden pysyvän kiinteinä. Tässä tapauksessa on riittävää olettaa, että tuotannon arvonlisän ja väli tuote panosten käytön suhde on pysynyt teollisuudessa suunnilleen vakaana 1960-luvulta lähtien. Esimerkiksi panos-tuotostutkimuksen mukaan teollisuuden tuotannon arvonlisä oli vuonna 1970 noin 34 % ja vuonna 1980 noin 31 % tuotannon bruttoarvosta.

4.3 Odotukset

4.3.1 Odotushorisontti

Yritys pyrkii luonnollisesti näkemään toimintansa kannalta keskeisten eksogeenisten muuttujien tulevan kehityksen niin pitkälle kuin on tarpeen ja niin tarkasti kuin se yrityksen kannalta on mielekästä. Suunnitteluhetken tietämyksen valossa tietyissä rajoissa⁷⁶ pyritään voittoa maksimoivaan varastokannan uraan koko suunnitteluhorisontin laajuudelta. Jokaisen periodin alussa tehdään varastoinvestointeja koskeva päätös, johon vaikuttaa yrityksen kannalta relevanttien eksogeenisten muuttujien ennakoitu tila koko odotusperiodilla ja sen mahdollisilla alajaksoilla. Tällöin jokainen odotuksia koskeva muutos muuttaa myös koko suunnitteluperiodille haluttua varastokannan uraa.⁷⁷ Odotuksien oletetaan vaikuttavan tulevaisuuden suuntaan pienenevin painoin, mikä kuvastaa muun muassa tuotannon tekijöiden kiinteäluonteisuuden asteittaista vähenemistä. Samalla sen voidaan ajatella kuvaavan epävarmuuden lisääntymistä siirryttäessä tulevaisuutta kohti.

⁷⁶Tämän tutkimuksen ongelmanasettelu rajaa voiton maksimoinnin tapahtuvaksi nk. muuttuvien tuotannon tekijöiden suhteen, koska kiinteä pääoma oletetaan annetuksi (kpl 3.1).

⁷⁷Ks. esim. Kanniainen - Hernesniemi (1984); odotusten vaikutukset varastoinvestointeihin on johdettu dynaamisen optimoinnin kehikossa. Empiirisissä kokeissa Kanniainen ja Hernesniemi ovat kuitenkin joutuneet turvautumaan menneisyydestä ekstrapoloituihin odotuksiin.

Relevantin odotushorisontin pituuden määrää aiemmin tehty oletus siitä, että kiinteä pääomakanta on annettu. Kiinteän tuotantokapasiteetin muuttamispäätöksestä investoinnin kypsymiseen kuluva viipeen aikana voidaan sopeuttaa ainoastaan käyttöpääomaa, johon varastot eräänä osana sisältyvät. Odotushorisontti jaetaan lyhyeen ja pitkään aikaväliin (kpl 3.2.3). Jatkossa, jollei toisin sanota, tarkoitetaan pitkällä ja lyhyellä aikavälillä nimenomaan tämän odotushorisontin rajoissa seuraavaksi määriteltäviä periodeja.

Relevantti näkökohta empirian kannalta lyhyen ja pitkän odotusaikavälin erottamiseksi keskenään on muuttujien endogeenisuuden aste yrityksen kannalta. Toisin sanoen pystyykö yritys vaikuttamaan tulo- ja kustannustekijöihin vai ovatko ne täysin annettuja. Viime mainitussa tapauksessa (odotushorisontin lyhyt aikaväli) optimointi tapahtuu tuotanto- ja myyntimääriä⁷⁸ muuttamalla eli varastoinvestointien muutoksen avulla. Pitkällä aikavälillä voidaan muuttuvien tuotannontekijöiden ym. määriä muuttaa, jolloin voiton maksimointi ei ole yksinomaan varastojen varassa, vaan se voi tapahtua simultaanisesti eri tekijöitä hyväksi käyttäen.

Eri tuotannontekijöistä nopeimmin voitaneen vaikuttaa työvoiman määrään, jonka muuttelemiseen menee keskimäärin 1 - 2 kk. Työvoiman lisääminen on yleensä helpommin ja nopeammin suoritettavissa kuin vähentäminen. Materiaalihankintojen muuttaminen vienee muutamasta viikosta pariin kuukauteen. Pisimmällä viipeellä vaikuttavien myyntiponnistelu- jen tulokset näkyvät useimmiten vasta kuukausien päästä.

Neljännesvuosiaineiston perusteella näyttää siltä, että kulumassa oleva neljännes täyttää edellä mainitun lyhyen odotusaikavälin edellytykset. Sitä pitempi ajanjakso sisältää jo melko hyvät mahdollisuudet muidenkin tekijöiden kuin tuotanto- (ja myynti-) määrien passiiviseen muuttelemiseen, jolloin se voidaan lukea kuuluvaksi jo pitempään odo-

⁷⁸Myynti tulee kysymykseen ainoastaan, jos hinnat eivät ole annettuja (kpl 3.2.2).

tusaikaväliin.⁷⁹ Toisaalta kiinteää pääomaa voidaan haluttaessa muuttaa jo 1-2 vuoden aikavälillä,⁸⁰ mikä on tämän tutkimuksen ongelmanasettelun kannalta odotushorisontin takaraja. Mainittakoon tässä yhteydessä, että Irvine (1981b) on tukkukauppoja koskevassa varastotutkimuksessaan päätenyt sellaiseen arvioon, että varastoinvestointien suunnitteluhorisontti on (keskimäärin) noin 5 kuukautta.

Empiirisissä sovellutuksissa käytetään yllä olevan nojalla lyhyenä periodina kulumassa olevaa neljänneestä (t). Pitkänä aikavälinä (P) käytetään periodia, johon kuuluu kahdeksan vuosineljännestä mukaan lukien kuluva neljännes. Tulevien neljännesten odotukset vaikuttavat empiiristen kokeilujen avulla saatavin vähenevin painoin. Odotushorisontin pituuden oletetaan siten olevan kaksi vuotta, mutta painorakenteesta riippuen keskimääräinen odotusvaikutus muodostuu sitä huomattavasti lyhyemmäksi.

Lyhyemmän aikavälin odotuskäsittelyn suhteen on ratkaisevaa, minä hetkenä päätöksenteko oletetaan tapahtuvaksi. Useimmissa tehdyissä tutkimuksissa on lähdetty siitä, että kulumassa olevan periodin eksogeenisten muuttujien arvot tiedetään.⁸¹ Esimerkiksi vuosiaineiston kohdalla tämä saattaa olla oikeutettua, koska suunnitelmia ehditään vuoden kuluessa paljolti muuttaa havaitun kehityksen vaikutuksesta. Neljännesvuosiaineiston rajoissa ovat kuitenkin informaation kulun hitaus ja toteutusviiveiden pituus niin suuria suhteessa havaintoväliin, että kuluvan periodin eksogeenisiä muuttujia on yleensä perustellumpaa

⁷⁹Yllä kuvattu kiinteä teknisluonteinen jaottelu on luonnollisin tapa jakaa odotusperiodi empiiristä analyysia silmällä pitäen. Käytännön päätöksenteossa odotusperiodin alaperiodit jakautuvat tapaus kerrallaan sen mukaan, onko ja milloin on odotettavissa varastoinvestointien kannalta relevantteja muutoksia odotusperiodin kuluessa. Jaottelu kuluvaan ja sitä seuraaviin periodeihin jakaa aiemmin kerrotuin perustein kuitenkin todennäköisimmin tulevaisuuden yleiseen kahteen varastoinvestointien kannalta selvimmin toisiinsa nähden vaihtoehtoiseen periodiin.

⁸⁰Ks. Koskenkylä (1972), s. 180.

⁸¹Edellytyksenä on tällöin täydellisen ennakkotiedon oletus.

käsitellä odotuksina eikä toteutuneina suureina.⁸²

Intertemporaalisen varastokäyttäytymisen kannalta keskeistä on, odotetaanko relevanttien eksogeenisten muuttujien eroavan tulevien periodien välillä niin paljon toisistaan, että varastojen muuttelu niiden välillä kannattaa.

4.3.2 Odotushypoteesit

Edellä kerrotun nojalla oletetaan yritysten odotusten muodostuvan rationaalisiin perusteisiin. Ensimmäisen täsmällisen esityksen rationaalisten odotusten hypoteesista on tehnyt Muth (1961). Samantyyppisiä tarkasteluja ovat esittäneet aiemmin jo mm. Keynes ja Marshall, mutta näissä oletettua rationaalista käyttäytymistä ei odotusten osalta ole eksplisiittisesti eritelty (Rutledge (1974) ja Persson (1979), s. 61).

Rationaalisten odotusten hypoteesissa lähdetään siitä, että talousyksikkö käyttää hyväksi odotuksiensa muodostamisessa kaiken saatavissa olevan relevantin informaation sekä ilmiön rakenteesta että sitä kuvaavien muuttujien kehityksestä. Toisin sanoen rationaaliset odotukset voidaan määritellä samoiksi kuin relevantin talousteorian ennusteet. Rationaalisten odotusten hypoteesin mukaan yksilöt eivät tee systemaattisia ennustevirheitä, kuten ad hoc -odotussääntöjä käytettäessä usein tapahtuu (Begg 1982, s. 29). Toisaalta rationaalisuusvaatimukselle on riittävää, että talousyksiköt käyttäytyvät ikään kuin ne tunnistivat kyseessä olevan taloudellisen ilmiön struktuurin. Formaalisesti rationaaliset odotukset voidaan esittää ehdollisina matemaattisina odotuksina saatavissa olevan relevantin informaation suhteen:

⁸²Yrt. kuitenkin Blinderin (1984), argumentointi (s. 17), jonka mukaan tiedon kulun hitaus koskee ekonometrikkoa, ei niinkään yritystä. Vaikka näin olisikin, niin joka tapauksessa tarve varmistua havaitun muutoksen pysyvyydestä hidastaa päätöksentekoa.

$$(35) \quad x_{t+1}^e = E(x(t+1)|I_t)$$

jossa

x_{t+1}^e = periodilla t rationaalisesti odotettu muuttujan x arvo periodille $t+1$

$x(t+1)$ = muuttujan x arvo periodilla $t+1$

I_t = relevantti informaatiojoukko periodilla t

E = matemaattinen odotusarvo-operaattori

Yllä esitetystä seuraa, että odotukset poikkeavat toteutuvasta kehityksestä vain satunnaistekijän verran:

$$(36) \quad x_{t+1} - x_{t+1}^e = x_{t+1} - E(x(t+1)|I_t) = u_t$$

jossa

$$E(u_t) = 0$$

$$E(u_t \cdot u_s) = \sigma_u^2, \text{ kun } t = s$$

$$E(u_t \cdot u_s) = 0, \text{ kun } t \neq s$$

$$\sigma_u^2 = \text{satunnaistermin varianssi}$$

Relevantin informaatiojoukon rajaaminen on rationaalisten odotusten käsitteessä yhtenä keskeisenä ongelmana. Käytännössä ei voida käyttää kaikkea mahdollista informaatiota. Tarvittava informaatio saattaa olla puhtaasti teknisesti saavuttamattomissa. Voi olla myös taloudellisesti mielekästä rajoittaa informaation määrää, koska esimerkiksi informaation keruusta aiheutuu kustannuksia. Rationaalinen taloudenpitäjä vertaa keskenään toisaalta kasvavien informaatiokustannusten aiheuttamaa hyötyä ennustetarkkuudessa ja toisaalta odotusvirheen synnyttämää kustannusta. Informaatiota kerätään siihen pisteeseen, jossa rajakustannukset saavuttavat rajahyödyn.

Yhtenä rationaalisten odotusten proxyna on käytetty täydellisen ennakkotietämyksen oletusta.⁸³ Tämä sulkee yllätystekijöiden käytön pois. Täydellinen ennakkotieto esimerkiksi myynnin osalta voidaan merkitä:

⁸³Ks. esim. Begg, 1982, s. 29 ja 189.

$$(37) \quad S_t^e = S_t$$

Niin kutsutun heikon rationaalisuusvaatimuksen mukaisia odotuksia voidaan tuottaa ARIMA⁸⁴-prosessien avulla. ARIMA-malleilla saadut ennusteet ovat optimaalisia siinä mielessä, että niiden ennustevirheen varianssia ei voida pienentää suurentamatta malliin sisältyvien muuttujien joukkoa. Tämä optimaalisuus on rationaalisuusvaatimuksen mukainen.⁸⁵

Myyntimuuttujaan sovellettuina ARIMA-odotukset voidaan merkitä:

$$(38) \quad S_t^e = \text{ARIMA}_{(p,d,q)} : S$$

jossa

p = autoregressiivisen prosessin kertaluku

d = aikasarjan differenssin kertaluku

q = liukuvan keskiarvon prosessin kertaluku

ARIMA-odotukset ikään kuin suodatetaan aikasarjasta mainittujen kolmenlaisten parametrien suhteen estimoidun mallin läpi siten, että jäännöstermi on valkoista kohinaa. ARIMA-odotusten heikkoutena on, että ne muodostetaan ainoastaan aikasarjan omaan historiaan liittyvän informaation perusteella. Mikään tulevaisuutta koskeva uusi informaatio ei vaikuta niihin.

Vaikka lähtökohtana on yritysten odotusten muodostuminen rationaalisesti, kokeillaan odotustenmuodostumismekanismena myös ns. ad hoc -odotushypoteeseja. Näitä ovat staattiset ekstrapolatiiviset ja adaptiiviset odotukset. Odotusten jako rationaalisiin ja muihin on keinoitekoisen jyrkkä, koska tietyissä olosuhteissa mitä tahansa odotusmekanismia voidaan pitää rationaalisena. Esimerkiksi adaptiiviset odotukset saattavat joskus olla asympotoottisesti rationaalisia.⁸⁶ Useimmiten

⁸⁴Autoregressive integrated moving-average, ks. Box - Jenkins (1976).

⁸⁵ARIMA-odotusten rationaalisuudesta ks. esim. Tuovinen (1979).

⁸⁶Ks. esim. Muth (1961) tai Friedman (1979).

nämä eivät kuitenkaan käytä - ARIMA-odotusten tavoin - optimaalisesti hyväkseen aikasarjan omaan historiaan liittyvää informaatiota.

Yksinkertaisinta on olettaa odotusten muodostuvan staattisesti. Esimerkiksi myyntimuuttujaan sovellettu oletetaan tällöin, että muuttujan arvo säilyy ajassa ennallaan:

$$(39) \quad S_t^e = S_{t-1}$$

Jos staattiseen malliin lisätään satunnaistermi, mallia voidaan tietyissä olosuhteissa pitää alkeellisena rationaalisten odotusten mallina (nk. random-walk-malli).

Ekstrapolatiiviset odotukset voidaan vastaavasti esittää muodossa:

$$(40) \quad S_t^e = a_1 S_{t-1} + a_2 (S_{t-1} - S_{t-2})$$

Ekstrapolatiivisissa odotuksissa oletetaan, että muuttujan arvo ja muutos toteutuvat tietyltä osin myös seuraavalla periodilla.

Adaptiiviset myyntiodotukset muodostuvat seuraavasti:

$$(41) \quad S_t^e = S_{t-1}^{e(-1)} + g(S_{t-1} - S_{t-1}^{e(-1)})$$

($e(-1)$ = odotukset muodostettu periodin $(t-1)$ alussa)

Tässä tapauksessa odotuksia korjataan havaitun ennustevirheen avulla. Adaptiiviset odotukset voidaan myös esittää oman historiansa geometrisesti jakautuneina viivästyminä:

$$(42) \quad S_t = g \sum_{j=0}^W (1-g)^j S_{t-j}$$

Näillä ns. ad hoc -odotusmuuttujilla on se hyvä puoli, että ne sallivat odotusten mallittamisen "näkyttömänä", toisin sanoen mallin rakenteeseen sisällytettynä. Toisaalta odotuskonstruktioparametrien si-

sällyttäminen estimoitaviin malleihin vaikeuttaa mallin rakenneparametrien identifiointia.

Eri odotushypoteeseja sovelletaan kussakin tapauksessa erikseen määriteltävien perusteiden mukaisesti. Samassa estimoitavassa yhtälössä on mahdollista käyttää useita eri odotushypoteeseja muuttujien erilaisen luonteen johdosta.

5 VARASTOINVESTOINTIMALLIEN TÄSMENNYS JA EKONOMETRINEN TESTAUS

5.1 Keskeisimpien muuttujien aikasarja-analyyttinen rakenne

5.1.1 Varastoinvestoinnit

Ennen selitysmallin rakentamista on syytä pohtia, näyttääkö mahdolliselta selitysmallin avulla parantaa varastoinvestointiennusteita verrattuna muihin mahdollisiin ennustemenetelmiin. Esimerkiksi jos yksinkertaisilla aikasarja-analyttisillä menetelmillä voidaan aikaansaada vähintään yhtä hyvä ennustetulos, ei selitysmallin rakentamiseen ole kovin mielekästä ryhtyä.⁸⁷ Asian tutkimiseksi otetaan aluksi yritysten kiinteähintaisesta logaritmisesta varastoinvestointisarjasta (kannan ensimmäisen kertaluvun logaritminen differenssi, kuvio 15) differenssi. Näin saatu eräänlainen varastoinvestointien logaritminen muutosarja (kannan toisen kertaluvun logaritminen differenssi, liite 4, kuvio 1) on selvästi stationaarisempi kuin vastaavat varastoinvestoinnit kuviossa 15. Jos varastoinvestointien muutokset näyttävät olevan satunnaisvaihtelua stationaarisen keskiarvon ympärillä, ei selitysmallin käytöstä ole apua. Tällöin on optimaalista tyytyä ennustamaan lasketun keskiarvon mukaista varastoinvestointien periodista muutosta.

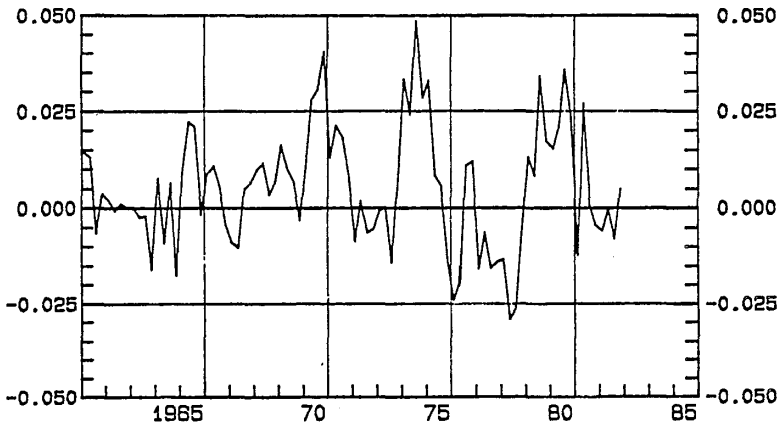
Varastokannan toisen kertaluvun logaritmisien differenssisarjan autokorrelaatiofunktioista lasketun Box - Pierce-testisuureen⁸⁸ arvo (28.9) ylittää kriittisen rajan 5 prosentin tasolla, joten sen perusteella pääteltynä autokorrelaatiofunktio ei ole valkoista kohinaa. Toisin sanoen varastoinvestointien muutokset eivät vaikuta satunnaispoikkeamilta tietystä stationaarisesta keskiarvosta (ks. myös liitekuvio 4.2).

⁸⁷Ks. Jenkins (1979), s. 19 tai Harvey (1981), s. 254.

⁸⁸ χ^2 -jakautuneen Box - Pierce-testisuureen kriittinen arvo 17 vapausasteella 5 prosentin merkitsevyytasolla on 27.6.

KUVIO 15

Yrityssektorin varastokannan logaritminen differenssi
(logaritminen varastoinvestointisarja) 1961.1 - 1982.4



Koska Box - Pierce-testi etenkin pienten otosten tapauksessa ei ole täysin luotettava, tehdään varastoinvestointisarjalle vielä Dickeyn - Fullerin autoregressiivisen yksikköjuuren olemassaoloa koskeva testi.⁸⁹

Testi edellyttää alla olevassa muodossa olevan yhtälön estimointia.

$$(43) \quad z_t = \mu + \gamma tr + \rho_1 z_{t-1} + \sum_{j=2}^k \rho_j (z_{t-j+1} - z_{t-j}) + u_t,$$

jossa

z_t = testattava sarja ($\Delta \log V$ = "varastoinvestointien logaritmi")

tr = trendi

Testattavana hypoteesinä on se, eroaako ρ_1 ykkösestä ja γ nollassa (eli $H_0 : \rho_1 = 1, \gamma = 0$). Lisäksi nollahypoteesiin liitetään ehto $\rho_j = 0$ ($j > 1$). Mallin residuaalin tulee olla valkoista kohinaa. Jos hypoteesia ei voi hylätä, viittaa se stationaarisen satunnaissysäys-

⁸⁹Testi liittyy random-walk- eli satunnaissysäysprosessin selvittämiseen. Ks. esim. Dickey - Fuller (1979) tai Altonji - Ashenfelter (1980).

prosessin olemassaoloon. Siinä tapauksessa ei ole mielekäästä ryhtyä selitysmallin rakentamiseen. Viipeen k arvoista on kokeiltu neljää, viittä ja kuutta. Tulokset eivät sanottavasti muuttuneet viipeitä muutettaessa (taulukko 6). Mallia kokeiltiin vaihtoehtoisesti trendin kera ja ilman.

Lisäksi katsottiin toisaalta perinteisen F -testin valossa, voidaanko kertoimia ρ_j pitää nollan suuruisina. Tämän vuoksi yhtälö (43) muunnettiin seuraavaan muotoon:

$$(43a) \quad Z_t - Z_{t-1} = \mu' + \gamma' tr + \sum_{j=1}^k \rho_j' Z_{t-j} + \mu_t'$$

Tämä muunnos vastaa paremmin F -testin perustana olevaa hypoteesia mallin stationaarisuudesta nollahypoteesin vallitessa.

Dickey - Fullerin testisuure on 5 prosentin merkitsevyystasolla merkitsevä, joten varastoinvestointien määräytymisen taustalla ei näyttäisi olevan satunnaissyysprosessia. Myös F -testin tulokset antavat tämän kanssa yhdensuuntaiset tulokset. Sen sijaan ρ_1 :n arvot näyttävät olevan merkitsevästi noin puolen paikkeilla, mikä viittaisi taustalla olevaan sykliseen käyttäytymiseen. Tällöin kannattaa ainakin yrittää laatia selitysmalli varastoinvestoinneille.

TAULUKKO 6

Dickey - Fuller-testi yritysten varaston muutokselle¹.

| k | $\tilde{\mu}$ | $t(\tilde{\mu})$ | $\tilde{\gamma}$ | $t(\tilde{\gamma})$ | $\tilde{\rho}_1$ | $t(\tilde{\rho}_1)$ | $\tau(\tilde{\rho}_1)^2$ | $F(\rho_1^1 = \rho_2^1 = 0)^3$ |
|---|---------------|------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------------|
| 4 | 0.002 | 1.4 | | | 0.56 | 4.7 | -3.64 | 8.1 |
| 4 | 0.002 | 0.5 | 0.00001 | 0.2 | 0.56 | 4.7 | -3.67 | 6.0 |
| 5 | 0.003 | 1.7 | | | 0.47 | 3.7 | -4.08 | 5.9 |
| 5 | 0.002 | 0.5 | 0.00002 | 0.4 | 0.47 | 3.6 | -4.30 | 4.7 |

1. Taulukossa:

k = sovelletun suurimman viivästyksen pituus

t() = ao. t-testikriteeri

Yhtälöön (43) liittyvät:

 $\tilde{\mu}$ = vakion regressiokerroin $\tilde{\gamma}$ = trendin regressiokerroin $\tilde{\rho}_1$ = yhdellä viivästetyn selitettävän regressiokerroin τ = Dickey - Fullerin testisuure

Yhtälöön (43a) liittyvät:

F() = F-testikriteeri sille, että $\rho_1^1 = \rho_2^1 = \dots = 0$

2. 5 prosentin merkitsevyysrajana ~ 80 havainnolla on -3.5 trendin kera ja -2.9 ilman trendiä.

3. 5 prosentin merkitsevyysrajana esim. F(3,80):llä on 2.73.

Taulukon 6 viivästetyn selitettävän muuttujan autoregressiiviseen käyttäytymiseen viittaavan kertoimen ($\tilde{\rho}_1$) perusteella kokeiltiin varastokannan logaritmiselle differenssille erilaisia ARIMA-malleja. Parhaaksi osoittautui seuraava:

$$(44) \quad \begin{matrix} (1-.564B)y_t = -.002 \\ (6.5) \quad \quad \quad (1.6) \end{matrix}$$

jossa

$$y = (1-B)\Delta \log V$$

$$Q(16) = 17.2 \text{ (merkitsevyytaso } 37.6 \%)$$

Box - Pierce-kertoimen (Q(16) perusteella mallin jäännöstermien autokorrelaatiot ovat valkoista kohinaa. Tuloksen mukaan näyttää siltä, että varastoinvestointisarjaan vaikuttaa AR(1)-prosessi autokorrelaatiokertoimella, joka on lähellä 0.5:tä. Tämä tarkoittaa jatkossa sitä, että yrityssektorin varastoinvestointimallispesifikaatiossa on oikeu-

tettua sisällyttää selittäjävektoriin viivästetty selitettävä muuttuja. Tällöin aikasarja-analyttisestä näkökulmasta tarkasteltuna muiden selittäjien tehtäväksi jää parantaa yllä olevan AR(1)-mallin selityskykyä.

5.1.2 Selittävät muuttujat

Intertemporaalisen substituution hypoteesin käyttäminen varastoinvestointien selitysmallina edellyttää selittävien muuttujien käyttäytyvän siten, että niiden odotettu vaihtelu tulevien periodien välillä voidaan ennustaa jollain perusteella. Jos selittävät muuttujat generoituvat stationaarisen satunnaissysäysprosessin tuloksena, eivät periodiset odotukset eroa toisistaan, eikä intertemporaalisen substituution hypoteesin soveltaminen ole mielekäästä.

Tällöin ensimmäisenä tehtävänä on selvittää, ovatko myynti ja kustannukset satunnaissysäysprosessin generoimia. Muuttujien aikasarjaominaisuuksien selvittämiseksi on liitekuvioissa 4.3 - 4.5 esitetty molempien vaihtoehtoisten myyntimuuttujien (S_A ja S_B) logaritmien sekä tuotantokustannusmuuttujan (w) logaritmin differenssit. Myyntisarjojen ensimmäisen kertaluvun logaritmiset differenssit näyttävät suunnilleen stationaarisilta. Sen sijaan kustannusmuuttujan logaritmin 1. differenssin stationaarisuus ei näytä yhtä selvältä.

Liitekuvioissa 4.6 - 4.8 on esitetty vastaavat autokorrelaatiofunktiot, jotka yhdessä osittaisten autokorrelaatiofunktioiden kanssa viittaavat ainakin AR(1)-prosessiin. Sen seikan toteamiseksi, näyttävätkö muuttujat generoituvan satunnaissysäysprosessin tuloksena, on muuttujat alistettu samanlaiseen Dickey - Fuller-testiin kuin taulukossa 6.

TAULUKKO 7

Dickey - Fuller-testi keskeisimmille selittäville muuttujille:¹
 S_A , S_B ja w (vaihtoehtoiset myyntimuuttujat ja tuotannon yksikkö-
kustannus)

| k | $\tilde{\mu}$ | $t(\tilde{\mu})$ | $\tilde{\gamma}$ | $t(\tilde{\gamma})$ | $\tilde{\rho}_1$ | $t(\tilde{\rho}_1)$ | $\tau(\tilde{\rho}_1)^2$ | $F(\rho_1^1 = \rho_2^1 = 0)^3$ |
|--|---------------|------------------|------------------|---------------------|------------------|---------------------|--------------------------|--------------------------------|
| (a. yhtälöiden (43 ja 43a) $Z = S_A$) | | | | | | | | |
| 4 | 0.16 | 1.24 | | | 0.98 | 70.9 | -1.15 | 6.24 |
| 4 | 1.60 | 2.55 | 0.0002 | 2.34 | 0.82 | 11.6 | -2.52 | 5.96 |
| 5 | 0.15 | 1.12 | | | 0.99 | 68.9 | -1.05 | 4.71 |
| 5 | 1.63 | 2.45 | 0.0002 | 2.27 | 0.82 | 10.9 | -2.43 | 5.02 |
| (b. yhtälöiden (43 ja 43a) $Z = S_B$) | | | | | | | | |
| 4 | 0.11 | 0.84 | | | 0.99 | 71.8 | -0.65 | 5.78 |
| 4 | 1.53 | 2.04 | 0.0002 | 1.93 | 0.83 | 9.8 | -2.01 | 5.58 |
| 5 | 0.12 | 0.93 | | | 0.99 | 69.7 | -0.77 | 4.50 |
| 5 | 1.65 | 2.14 | 0.0002 | 2.01 | 0.82 | 9.3 | -2.11 | 4.46 |
| (c. yhtälöiden (43 ja 43a) $Z = w$) | | | | | | | | |
| 4 | 0.02 | 3.43 | | | 1.01 | 258.6 | 1.54 | 8.48 |
| 4 | -0.05 | 1.74 | 0.001 | 2.36 | 0.97 | 56.8 | -1.94 | 8.14 |
| 5 | 0.01 | 2.74 | | | 1.00 | 246.4 | 1.22 | 6.05 |
| 5 | -0.05 | 1.77 | 0.001 | 2.30 | 0.97 | 54.7 | -1.99 | 6.14 |

1. Ks. taulukon 6 alaviite 1.

2. 5 prosentin merkitsevyysrajana ~ 80 havainnolla on -3.5 trendin kera ja -2.9 ilman trendiä.

3. 5 prosentin merkitsevyysrajana esim. $F(3,80)$:llä on 2.73.

Dickey - Fuller-testin perusteella hypoteesia autoregressiivisen termin yksikköjuuresta ei voida minkään muuttujan osalta hylätä (taulukko 7). Toisaalta välttämätön ehto satunnaissysäysprosessille, $\rho_1^1 = \rho_2^1 = \dots = 0$, ei myöskään näy F-testin valossa toteutuvan. Lisäksi useimmissa tapauksissa ensimmäinen viivästetty logaritminen differenssi saanollasta poikkeavan merkitsevän regressiokertoimen. Myyntimuuttujilla se oli etumerkiltään negatiivinen, kustannusmuuttujalla positiivinen.

Myynti- ja tuotantokustannusmuuttujan ei voida yllä olevan valossa olettaa syntyvän (ainakaan yksinomaan) satunnaissysäysprosessin tuloksena, joten intertemporaalisen substituution hypoteesia voidaan tältä osin soveltaa.

Myynti- ja kustannusmuuttujille kokeiltiin erilaisia ARIMA-estimointeja. Lukuisten kokeilujen jälkeen päädyttiin liitteessä 4 esitettyihin ARIMA-odotusmuuttujia generoiviin yhtälöihin (4.1 - 4.3). Myyntimuuttujan S_A yhtälössä (4.1) neljän neljänneksen viipeellä esiintyvä liukuvan keskiarvon termi saattaa viitata sarjaan jääneeseen kausivaihteluun.

Korosta oletetaan, että sen määräytymisen taustalla on random-walk-prosessi. Tähän viittaa esimerkiksi eurodollarikoron 1. differenssin aikasarjan (liitekuvio 4.11) autokorrelaatiofunktio, joka Box - Pierce-testisuureen ($Q(16) = 15.8$) mukaan on merkittävästi valkoista kohinaa (merkitsevyytaso on 47 prosenttia). Tällöin korko-odotukset voidaan olettaa staattisiksi. Eurodollarikorkojen kohdalla kiinnittää huomiota niiden differenssin vaihteluvälin kasvu ajassa. Tämä merkitsee eurodollarikorkojen lisääntyvää vaikutusta ajan kuluessa. Muista varastopitokustannusmuuttujista ei voi tehdä samanlaista havaintoa (liitekuviot 4.9 ja 4.10).

Pankkien antolainauksen keskikoron ensimmäisen differenssin autokorrelaatiofunktio niin ikään viittaa satunnaissysäysprosessiin ($Q(16) = 14.4$). Sen sijaan keskuspankkivelan marginaalikustannukset eivät vaikuttaisi random-walk-prosessin mukaisilta ($Q(16) = 49.4$), kuten ei nettokassavirtakaan ($Q(16) = 50.48$).

Hintamuuttujissa (kuten myös kustannusmuuttujassa) on epästabiliutta ajan suhteen. Niiden käsittelyssä tuottaa vaikeuksia se, että ne ovat luonteeltaan erilaisia riippuen siitä, tarkastellaanko 1960- vai 1970-lukua (ks. kuvio 13 sekä liitekuvio 4.12). Tällöin molempien kymmenlukujen kattavan autoregressiivisen struktuurin identifioiminen on hyvin hankalaa ja estimointi tuottaa epävarmoja tuloksia. Yrityssektorin yhteydessä lähinnä kokeiltavia hintasarjoja ovat tukkuhinnat ja BKT:n deflaattori. Tukkuhinnat ottavat huomioon sekä kotimaisen tuo-

tannon että tuontitavaroiden hintakehityksen. BKT:n deflaattoriin ei jälkimmäinen vaikuta välittömästi. Tukkuhintaindeksin haittapuolena on taas kiinteä painorakenne, jota suhteellisen harvoin uudistetaan.

Alustavissa kokeissa näyttävät BKT:n deflaattorin autoregressiiviset ominaisuudet selväpiirteisemmiltä kuin tukkuhintojen. Kun kokeiltiin molempien sarjojen (1960 - 1982) logaritmiseen differenssiin 4. kertaluvun autoregressiivistä yhtälöä, saatiin BKT-deflaattorin tapauksessa jäännöstermien Box - Pierce-kertoimeksi $Q(13) = 16.4$ (merkitsevyytaso 23 %). Tukkuhinnoille saatiin vastaavasti $Q(14) = 22.35$ (merkitsevyytaso 7 %). Samasta autoregressiivisestä prosessista tuotetut jäännökset näyttävät BKT-deflaattorin tapauksessa olevan "valkoisempaa" kohinaa kuin tukkuhinnoissa.

Kun aineisto jaetaan kahtia 1970-luvun alusta, saadaan ajankohdan mukaan selviä eroja BKT-deflaattorin autoregressiivisille ominaisuuksille. Mainittu 4. kertaluvun malli antaa Box - Pierce-kertoimeksi 1960-luvulla noin 1, 1970-luvulla vastaavasti noin 11. Lisäksi autokorrelaatiofunktioiden kuvaajat ovat keskenään selvästi erinäköisiä. Tukkuhintojen 1960- ja 1970-luvun tulos ei merkittävästi eroa näistä.⁹⁰

Liitteen 4 yhtälössä (4.4) esitetystä BKT:n deflaattorin ARIMA-mallissa vahvasti merkitsevä kahdeksalla neljänneksellä viivästetty liukuvan keskiarvon termi viittaa sarjassa piilevään kausivaihteluun. Hintasarjoissahan ei periaatteessa ole kausivaihtelua, mutta BKT:n deflaattori on laskettu kausipuhdistetuista määrä- ja arvosarjoista. Tämä on saatanut synnyttää niihin tahatonta kausivaihtelua.

Tuotantoyllätykset ovat poikkeamia tuotanto-odotuksista. Teollisuuden kuluvan neljänneksen tuotanto-odotusten voidaan muun muassa olettaa syntyvän ARIMA-prosessin tuloksena. Estimointikokeiden tuloksena saatu ARIMA-malli on esitetty yhtälössä (4.5) liitteessä 4.

⁹⁰Tukkuhinnoille kokeiltiin myös 4. kertaluvun autoregressiivista yhtälöä, jossa lisäselittäjinä ovat vuoden 1967 devalvaatiodummit. Nämä eivät kuitenkaan parantaneet selitystä.

5.2 Varastoinvestointien dynamiikkaa varastotyypeittäin

Kappaleessa 5.1.1 todettiin, että yrityssektorin kokonaisvarastoinvestointeja leimaa autoregressiivinen käyttäytyminen. Tässä pyritään selvittämään mahdollisia syitä siihen eri varastokomponenttien ajoituksen näkökulmasta.

Esimerkiksi myyntiodotusten paraneminen vaikuttaa suunniteltuun lopputuotevarastoinvestointiin vasta tietyn viipeen kuluttua. Viivästymän pituuteen vaikuttaa se, miten nopeasti raaka-ainevarastoista voidaan lisätä materiaalivirtaa tuotantoprosessiin ja miten nopeasti tuotantoa on mahdollista vastaavasti lisätä. Raaka-ainevarastot toimivat tällöin puskurina, kunnes niitä on toimitusviipeen kuluttua vastaavasti muutettu. Myyntiodotusten heikkeneminen aiheuttaa suunnilleen vastaavanlaisen supistuvan prosessin.

Myös kustannusodotusten positiivinen muutos ceteris paribus näkyy kokonaisvarastojen lisääntymisenä vasta raaka-aineiden toimitusviipeen kuluttua. Tuotanto lähtee välittömästi kasvuun sillä seurauksella, että raaka-ainevarastot alkavat vähetä, mutta keskeneräisten töiden varastot vastaavasti lisääntyvät. Prosessiviipeen kuluttua myös lopputuotevarastot lähtevät kasvuun. Aluksi muuttuu ainoastaan varastojen kompositio, jossa raaka-ainevarastojen osuus pienenee. Varastojen määrä kasvaa välittömästi ainoastaan siltä osin kuin prosessiin "sitoutuu" arvonlisää.

Edellä näimme, että raaka-ainevarastot saattavat toimia ensi vaiheen puskurina monissa yllätystilanteissa tai odotusten muutostilanteissa. Raaka-ainevarastoinvestoinneissa on spekulatiivimotiivi usein määräävä, koska raaka-aineitten hintakehitys on yleisesti esimerkiksi lopputuotteiden hintakehitystä vaihtelevampaa. Hinnanmuutosodotukset aiheuttavat tilapäisen samansuuntaisen muutoksen raaka-ainevarastoissa, jotka palautuvat ennalleen odotusten laannuttua tai muutoksen tapahduttua. Tällaiset raaka-ainevarastojen muutokset näkyvät nopeasti koko varastojen muutoksina, koska niillä ei ole vastavaikutuksia yrityksen muissa varastokomponenteissa.

Eri tekijöiden vaikutukset varastoihin kokonaisuudessaan näyttävät samansuuntaisilta huolimatta siitä, että ne kohdistuvat eri komponentteihin erilaisella painolla. Mm. tämän johdosta vaikutusviipeet vaihtelevat tekijöittäin. Lisäksi havainto-, prosessi- ja toimitusviivästyvät ovat keskenään eripituisia. Pisimmillään viipeet suunniteltuihin varastoinvestointeihin ovat yllätyksen yhteydessä. Toisaalta yllätykset vaikuttavat toteutuneisiin varastoinvestointeihin välittömästi tahattomana varaston muutoksena.

Edellä käsitellyn nojalla vaikuttaa siltä, että eri varastotyypit ja niihin eri tavoin liittyvät varastonpitomotivit on mahdollista käsitellä samanaikaisesti yhdessä kokonaisvarastojen selitysyhtälössä. Selittäjien vaikutusviipeiden pituuksien arviointi jää empirian varaan. Toisaalta varastotyyppitöiset erot ja niiden sekä toimialojen väliset viipeet ilmeisesti hidastavat muutoksia aggregaattitason neljännesvuosiaineistossa. Tästä syystä yrityssektorin kokonaisvarastoinvestointien käyttäytyminen on autoregressiivistä.⁹¹

5.3 Eri odotushypoteesien selitysmallitösmennykset ja perusestimoinnit

Tässä luvussa estimoitavien ekonometristen selitysmallien avulla on tarkoitus testata aiemmin esitetyn teoriakehikön toimivuutta empiriasa sekä vertailla esitettyjä vaihtoehtoja. Aluksi kokeillaan ja vertaillaan perusyhtälön (26) mukaisia eri odotushypoteesien tuottamien mallitösmennysten estimointituloksia. Estimoitavaan malliin otetaan aiemmin esitetyn perusteluin additiiviseksi lisäselittäjäksi viivästetyt varastoinvestoinnit. Vertailun vuoksi on varastoinvestoinnit estimoitu myös adaptiivisten odotusten ja osittaisen sopeutuksen kehikossa. Samoin on tehty Feldstein - Auerbach-hypoteesin mukainen estimointi, jossa a priori -oletuksena on suunniteltujen varastoinves-

⁹¹Aggregaattitason empiirisessä tutkimuksessa tämä ongelma ilmeni sekä Rubinilla (1980) että Akhtarilla (1983).

tointien täydellinen sopeutuminen halutulle tasolle vuosineljänneksen aikana. Lopuksi tehdään vielä varastotyypeittäisiä estimointikokeiluja.

Mallitösmennysten ja estimointitulosten analysoinnin kannalta sovellettavat odotustenmuodostumismekanismit jakautuvat kahteen ryhmään. Yhtäältä odotusta kuvaavat aikasarjat muodostetaan erikseen ennen selitysmallin estimointia (rationaalisten odotusten proxyt) ja toisaalta odotusmekanismi sisällytetään estimoitavaan malliin (kun on kyseessä nk. ad hoc -odotushypoteesit). Edellisten, "näkyvien" odotusten tapauksessa voidaan selitysmallin estimoinnissa soveltaa suoraan perusyhtälöä. Jälkimmäisten, "näkyvättömien" odotusten kohdalla joudutaan perusyhtälön lisämanipulointeihin. Jälkimmäisessä tapauksessa myös joidenkin rakenneparametrien identifiointi ei ole mahdollista käytetäessä lineaarista estimointitekniikkaa.

5.3.1 Odotushypoteesit intertemporaalisen voittoyhtälön kehikossa

Kun perusmallin (26) suhteen otetaan huomioon aiemmat toteamukset varastoinvestointien autoregressiivisyydestä (luvut 5.1.1 ja 5.2) sekä varastojen yksikkökustannusten (korot) satunnaissysäysluonteesta (luku 5.1.2), voidaan estimoitava intertemporaalisen voitonmaksimoinnin varastoinvestointiyhtälö kirjoittaa seuraavaan muotoon:

$$(45) \quad \Delta V_t = b_0 - b_1 S_t^e + b_2 S_p^e - b_3 w_t^e + b_4 w_p^e - b_5 r_t^e + b_6 L_t + b_7 \Delta V_{t-1} - b_8 V_{t-1} + m(S_t^e - S_t) + n(Q_t - Q_t^S)$$

jossa

V = varastokanta

S = myynti

w = tuotantokustannusten yksikköhinta

r = varastonpitokustannusten yksikköhinta

L = rahoitusmuuttuja

Q = tuotanto

e = odotukset

s = suunnitelmat

t = aika

P = pitkä odotusperiodi

Estimoitaessa voidaan pitää selitettävänä joko varastoinvestointeja tai varastokantaa, jolloin viivästetyn varastokannan saaman regressio-kertoimen tulkinta vaihtelee. Ensimmäisessä tapauksessa V_{t-1} :n regressiokerroin on $(-b_8)$ ja kannan ollessa selitettävänä se on $(1-b_8)$. Tässä tutkimuksessa käytetään ensisijaisesti selitettävänä muuttujana varastoinvestointeja, koska muun muassa kokonaiskorrelaatiokerroin (R^2) on siinä tapauksessa informatiivisempi.

Täydellisen ennakkotiedon oletusta sovellettaessa mallin innovaatio-termit määritelmän mukaan häviävät. Pitkän aikavälin (periodi P) odotukset on muodostettu kahdeksan tulevan neljänneksen havaintojen painotetuista arvoista. Kokeilluista painorakenteista toimivat parhaiten sellaiset, joissa painot tulevaisuuteen päin pienenevät suhteellisen hitaasti. Herkkyys painorakenteen vaihtelulle ei kuitenkaan vaikuta suurelta.

Taulukossa 8 on esitetty muutamia estimointituloksia täydellisen ennakkotiedon oletuksella. Vakiotermin jätettiin pois, koska sen regressiokerroin ei osoittautunut merkitseväksi. Yleisesti ottaen parhaat selittäjät näyttävät olevan rahoitusmuuttuja ja viivästetty selitettävä. Rahoitusmuuttujana toimi parhaiten yritysten nettokassavirta kerrottuna aliarvostusasteella. Myyntimuuttujat (S_A) saavat oikeat etumerkit. (Tulokset ovat samansuuntaisia myös S_B -muuttujaa käytettäessä.) Tuotantokustannusmuuttujat (w) saavat yhtä aikaa estimoitaessa hypoteesin vastaiset etumerkit. Tämä johtunee niiden keskinäisestä korkeasta korreloituneisuudesta, koska yksinään estimoitaessa w_t -muuttujan etumerkki tulee oikeasuuntaiseksi. Varastonpitokustannuksena (r) kokeiltu reaalin eurodollarikorko sitä vastoin selittää asetetun hypoteesin mukaisesti. Viivästetyn varastokannan huonon selittävyden takia kokeiltiin myös pitempää viivettä. Regressioyhtälöiden kokonais-selitysaste jää taulukossa 8 kuitenkin verrattain alhaiseksi.

TAULUKKO 8 Yrityssektorin varastoinvestoinnit, ΔV_t (muuttujat logaritmisia). Yhteenvedo tavanomaisen PNS-regression estimointituloksista. Täydellinen ennakkotieto, estimointiperiodi 1961.2 - 1980.1 (suluissa t-arvot)

| Yhtälö- nro | S_t | S_p^e | w_t | w_p^e | r_t | L_t | ΔV_{t-1} | V_{t-1} | V_{t-2} | DW | D(h) | \bar{R}^2 |
|----------------|-------------------|-----------------|------------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------|-------------|
| 8.1 | -.054 (-1.17) | .074 (1.53) | .072 (1.19) | -.075 (-1.24) | -.0005* (-1.94) | .010** (3.32) | .405** (4.03) | | -.024 (-1.38) | 2.10 | -0.89 | .467 |
| 8.2 | -.039 (-1.03) | .060 (1.57) | .059 (1.27) | -.063 (-1.34) | -.0005* (-1.98) | .010** (3.36) | .397** (3.95) | | -.025 (-1.45) | 2.10 | -0.95 | .470 |
| 8.3 | -.084* (-2.06) | .083* (1.91) | -.002 (-0.42) | | -.0006* (-2.27) | .014** (4.63) | | -.009 (-0.53) | | 1.10 | 3.97 | .290 |
| 8.4 | -.043 (-1.20) | .057 (1.56) | .087 (1.88) | -.089 (-1.91) | -.0006** (-2.38) | .020** (4.15) | .329** (3.24) | | -.025 (-1.48) | 2.08 | -0.73 | .507 |

* = merkitsevä yksisuuntaisessa t-testissä 5 %:n tasolla

** = merkitsevä yksisuuntaisessa t-testissä 1 %:n tasolla

D(h) = Durbinin h-testikriteeri

Myyntiodotukset S_p^e ja tuotantokustannusodotukset w_p^e on laskettu kuluvan ja seitsemän tulevan neljänneksen havainnoista seuraavin painoin:

| yhtälö nro | +0 | +1 | +2 | +3 | neljännes +4 | +5 | +6 | +7 | yhteensä |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|----------|
| 1 | .35 | .20 | .15 | .13 | .09 | .05 | .02 | .01 | 1 |
| 2, 3 ja 4 | .20 | .20 | .18 | .16 | .13 | .08 | .04 | .01 | 1 |

S = S_A -muuttuja

r = eurodollarikorot-tukkuhintojen vuosimuutos-%

L = yhtälöissä 1 - 3: nettokassavirta ja yhtälössä 4: aliarvostusaste x nettokassavirta

Rationaalisten odotusten kehikossa voidaan täydellisen ennakkotiedon oletusta soveltaa myös epäsuorasti. Tällöin saavutetaan eräässä mielessä realistisempi odotusmuuttuja, joka ei sulje pois yllätystekijää. Rationaaliset odotukset syntyvät relevantista informaatiojoukosta mahdollisimman "oikean mallin" välityksellä. Tässä tapauksessa yksinkertaisin relevantti informaatiojoukko koostuu mallin muuttujien joukosta. Tällöin kutakin mielenkiinnon kohteena olevaa muuttujaa selitetään PNS-kehikossa kaikkien muiden muuttujien avulla. Tämän PNS-kehikon tuottama sovite, joka voidaan laskea eripituisten ennakoitien painotettuna summana, edustaa kyseisen muuttujan odotusten aikauraa.

PNS-kehikon selittäjät ovat täydellisen ennakkotiedon mukaisia odotuksia. Kun nämä suodatetaan PNS-kehikon läpi, saadaan periaatteessa yhtäältä systemaattinen odotuskomponentti (sovite) ja toisaalta satunnaismuutoskomponentti (residuaali). Jos oletetaan, että ennustevirheetkin käyttäytyvät satunnaiskomponentin tavoin, voidaan PNS-kehikosta laskettua sarjaa pitää selitettävän muuttujan odotetun kehityksen proxyä. Myynti- ja tuotantokustannusodotukset sekä tuotanto-odotukset ja niitä generoivat PNS-yhtälöt on esitetty liitteessä 5.

Taulukossa 9 esitetyistä estimointituloksista nähdään, että yllätys-termien lisääminen parantaa selvästi varastoinvestointiyhtälön kokonaiselitystä. Myyntimuuttuja S_B näyttää toimivan paremmin kuin S_A . Vaihtoehtoisista reaalikorkomuuttujista pankkien antolainauksen keski-koron ja tukkuhintojen vuosimuutoksen yhdistelmä selitti parhaiten varastoinvestointeja. Kun selittäjä hajotetaan nimelliskoroksi ja hintojen muutokseksi, jää selitysvoimaa ainoastaan hintojen osalle (yhtälö 9.4). Nimelliskorko saa asetetun hypoteesin vastaisen etumerkin. Korkojen kohdalla sovelletaan staattisten odotusten asemesta paremmin toiminutta täydellisen ennakkotiedon oletusta. Suhteellisen tasaisesti käyttäytyvissä korko- ja hintamuuttujissa kuluvan neljänneksen kehitys on nähtävissä melko tarkkaan jo ajanjakson alkuvaiheessa.

Tuotantokustannusmuuttujan saamat regressiokertoimet ovat oikean suuntaiset, mutta vain S_B -muuttujan sisältävissä yhtälöissä selvästi merkitsevät. Multikollineaarisuus muodostaa ongelman etenkin tuotantokustannusmuuttujan kohdalla. Selittäjien w_t^e ja w_p^e välinen korrelaatio on

TAULUKKO 9 Yrityssektorin varastoinvestoinnit ΔV_t (muuttujat logaritmisia). Yhteenvedo tavanomaisen PNS-regression estimointituloksista. Odotukset PNS-ennusteena, estimointiperiodi 1963.1 - 1981.4 (suluissa t-arvot)

| Yhtälö- nro | S_t^e | S_p^e | w_t^e | w_p^e | r_t | $r_t(n)$ | \dot{p}_t | L_t | ΔV_{t-1} | V_{t-1} | $(S_t^e - S_t)$ | $(Q_t - Q_t^s)$ | DW | D(h) | \bar{R}^2 |
|----------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|--------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|------------------|------------------|------|-------|-------------|
| 9.1 | -.116* (-2.37) | .178** (3.59) | -.048 (-.69) | .034 (.51) | -.0004 (-.90) | | | .019** (4.31) | .357** (3.94) | -.069* (-2.19) | .120** (2.86) | .170** (3.34) | 1.92 | 0.31 | .610 |
| 9.2 | -.136** (-3.35) | .197** (4.49) | -.012* (-1.85) | | | | | .020** (4.59) | .391** (4.78) | -.068* (-2.24) | .105** (3.96) | .172** (3.41) | 1.97 | -0.08 | .615 |
| 9.3 | -.088* (-2.34) | .195** (5.43) | -.215** (-4.43) | .181** (4.06) | -.0014* (-3.98) | | | .016** (4.50) | .218** (3.03) | -.108** (-4.42) | .248** (7.96) | .256** (6.23) | 1.58 | 2.20 | .764 |
| 9.4 | -.101** (-2.74) | .205** (5.89) | -.204** (-4.35) | .165** (3.79) | | .0043 (1.84) | .0009* (2.30) | .021** (5.28) | .170* (2.37) | -.114** (-4.80) | .240** (7.95) | .269** (6.73) | 1.63 | 1.87 | .781 |

* = merkitsevä yksisuuntaisessa t-testissä 5 %:n tasolla

** = merkitsevä yksisuuntaisessa t-testissä 1 %:n tasolla

D(h) = Durbinin h-testikriteeri

Myyntiodotukset S_p^e ja tuotantokustannusodotukset w_p^e on laskettu kuluvan ja seitsemän tulevan neljänneksen PNS-sovitteesta painoin: .174, .163, .141, .128, .114, .103, .093, .083.

Yhtälössä 1 ja 2: $S = S_A$ -muuttuja, yhtälössä 3 ja 4: $S = S_B$ -muuttuja, yhtälössä 4: $r(n)$ = pankkien antolainauksen keskikorko (nimellisenä), \dot{p} = tukkuhintojen vuosimuutos-%

Muutoin:

r = pankkien antolainauksen keskikorko-tukkuhintojen vuosimuutos-%

L = aliarvostusaste x nettokassavirta

Q_t^s = tuotantosuunnitelmat (PNS-sovite)

.997 ja se on korkein korrelaatio selittäjien korrelaatiomatriisissa. Rahoitusmuuttuja (käytetään toteutunutta arvoa kappaleen 3.2.2 perustelujen mukaisesti) on selvästi merkitsevä selittäjä kautta linjan. Yllätystekijöiden parametriestimaatit vahvistavat passiivisen varastosepeuttamisen merkittäväksi varastoinvestointien lähteeksi sekä myynnin että tuotannon puolella.

Eräänä rationaalisten odotusten proxyä on käytetty ARIMA-mallien sovitteita (ks. luku 5.1.2). Periodin P ARIMA-odotusten muodostaminen on kerrottu liitteessä 4. Taulukossa 10 on esitetty ARIMA-odotukset sisältävät estimointikokeet. Tuotantoyllätyksissä on tuotantosunnitelmina kuitenkin käytetty tuotannon PNS-sovitetta. Se on a priori perustellumpi sekä myös tehtyjen kokeilujen mukaan kuvaa paremmin nimennomaisen päätösmuuttujan, tuotannon, suunnitelmia kuin ARIMA-sovite, joka perustuu yksinomaan menneeseen kehitykseen.

Yleisesti ottaen näyttäisivät ARIMA-odotukset toimivan PNS-odotuksia huonommin varastoinvestointien selittäjänä. Myynti- ja kustannusmuuttajat eivät ole saaneet merkitsevää regressiokerrointa ilmeisesti korkean multikollineaarisuuden vuoksi (S_A -muuttujalla $r(S_t^e, S_p^e) = .996$, S_B -muuttujalla vastaavasti $.988$ sekä $r(w_t^e, w_p^e) = .998$).

Niin kutsuttujen ad hoc -odotushypoteesien yhdistäminen tämän tutkimuksen ongelmanasetteluun, jossa tarkastellaan yhtäaikaisesti useamman aikavälin odotuksia, aiheuttaa estimointitekniisiä hankaluuksia. Ad hoc -odotushypoteesien täydellinen läpivieminen tuottaa monimutkaisen ja laajan investointiyhtälön, jonka taustalla olevan rakenteen identifiointi on hyvin vaikeaa.

Liitteessä 6 on esitetty tulokset alustavista adaptiivisten ja ekstrapolatiivisten odotusten estimointikokeiluista, joissa sovellettiin osittain joustavan akseleraation kehikkoa. Tulokset eivät ole kovinkaan rohkaisevia. Kokonaiskorrelaatiokertoimet jäivät yleensä taulukoissa 9 ja 10 esitettyjä alhaisemmiksi ja esimerkiksi tässä suhteessa paremmin onnistuneiden ekstrapolatiivisten myyntiodotusten kuluvan periodin regressiokerroin sai asetetun hypoteesin vastaisen etumerkin.

TAULUKKO 10 Yrityssektorin varastoinvestoinnit, ΔV_t (muuttujat logaritmisia). Yhteenveto tavanomaisen PNS-regression estimointituloksista. Odotukset ARIMA-ennusteena, estimointiperiodi 1963.1 - 1981.4 (suluisissa t-arvo).

| Yhtälö- nro | S_t^e | S_p^e | w_t^e | w_p^e | r_t | L_t | ΔV_{t-1} | V_{t-1} | $(S_t^e - S_t)$ | $(Q_t - Q_t^S)$ | DW | D(h) | \bar{R}^2 |
|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|------|-------|-------------|
| 10.1 | -.1991 (-1.32) | .2216 (1.41) | .0207 (0.60) | -.0273 (-0.77) | -.0003 (-0.96) | .0165** (4.04) | .3916** (4.56) | -.0316* (-1.72) | .2509** (2.58) | .1894** (3.66) | 1.99 | -.228 | .601 |
| 10.2 | -.2032 (-1.36) | .2253 (1.46) | -.0059 (-1.58) | | | .0170** (4.21) | .4068** (4.90) | -.0319* (-1.85) | .2549** (2.67) | .1903** (3.70) | 2.03 | -.482 | .607 |
| 10.3 | .5431 (1.05) | -.5405 (-1.05) | -.0039 (-.136) | .0006 (.020) | -.0002 (-.86) | .0153** (4.45) | .4214** (5.53) | -.0108 (-.809) | -.4209 (-.737) | .2509** (5.65) | 2.04 | -.591 | .728 |

* = merkitsevä yksisuuntaisessa t-testissä 5 %:n tasolla

** = merkitsevä yksisuuntaisessa t-testissä 1 %:n tasolla

D(h) = Durbinin h-testikriteeri

Myyntiodotukset S_p^e ja tuotantokustannusodotukset w_p^e on laskettu kuluva ja seitsemän tulevan neljänneksen ARIMA-ennusteesta painoin: 0.4, 0.2, 0.15, 0.1, 0.075, 0.05, 0.025, 0.000.

Yhtälössä 1 ja 2: $S = S_A$, yhtälössä 3: $S = S_B$

Muutoin:

r = pankkien antolainauksen keskiporko-tukkuhintojen vuosimuutos-%

L = aliarvostusaste x nettokassavirta

Q_t^S = tuotantosuunnitelmat (PNS-sovite)

5.3.2 Adaptiiviset odotukset ja osittainen sopeutuminen

Koska näyttää siltä, että intertemporaalisen substituution hypoteesia on vaikea käsitellä nk. ad hoc -odotushypoteesien yhteydessä, päätettiin kokeeksi estimoida vaihtoehtoinen varastoinvestointien selitysyhtälö puhtaasti adaptiivisten odotusten ja osittaisen sopeutumisen kehikossa.⁹² Kun oletetaan, että osittaisen sopeutumisen yhtälössä (1) $\Delta V_t = a(V_t^* - V_{t-1})$ haluttuja varastoja selittävät tekijät

$$(46) \quad V_t^* = d_0 + d_1 S_t + d_2 w_t + d_3 r_t + d_4 L_t$$

määräytyvät kaikki adaptiivisista odotuksista (yhtälö (41)), voidaan estimoitava yhtälö kirjoittaa seuraavaan muotoon:

$$(47) \quad \begin{aligned} V_t = & d_0 a g + (1-a+1-g)V_{t-1} - (1-a)(1-g)V_{t-2} + d_1 a g S_{t-1} \\ & + a d_2 w_t - a d_2 (1-g)w_{t-1} + a d_3 r_t - a d_3 (1-g)r_{t-1} \\ & + a d_4 L_t - a d_4 (1-g)L_{t-1} \end{aligned}$$

Tähän yhtälöön voidaan additiivisesti liittää myös yllätystermit. Yhtälö on parametrien a ja g suhteen yli-identifioitu. Taulukossa 11 on esitetty yhtälön (47) mukainen estimointitulokset, jossa myös innovaatiotermit ovat mukana. Yllätystermien poistaminen ei näytä paljoakaan heikentävän mallin ominaisuuksia. Yhtälöissä näyttävät viivästetty myyntimuuttuja ja likviditeettimuuttuja olevan keskenään riippuvaisia; likviditeettimuuttujan sisällyttäminen estimoitavaan yhtälöön aiheuttaa sen, että myyntimuuttujan regressiokerroin ei enää ole merkitsevä.

Mallin rakenneparametrien tarkemmaksi selvittämiseksi kokeiltiin yhtälöön (47) epälineaarista estimointitekniikkaa.⁹³ Konvergointiongelmien takia täsmällisiä tuloksia ei voida esittää. Tässä yhteydessä voidaan kuitenkin mainita, että tulokset viittaavat varastojen hitaaseen so-

⁹²Ks. esim. Maddala (1977), s. 144, 145.

⁹³Algoritmina käytettiin minimietäisyysestimointia.

TAULUKKO 11 Yrityssektorin varastokanta V_t (muuttujat logaritmisia). Yhteenveto tavanomaisen PNS-regression estimointituloksista. Adaptiiviset odotukset, estimointiperiodi 1963.1 - 1981.4 (suluisissa t-arvo)

| Yhtälö- nro | vakio | V_{t-1} | V_{t-2} | S_{t-1} | w_{t-2} | w_{t-1} | r_t | r_{t-1} | L_t | $(S_t^e - S_t)$ | $(Q_t - Q_t^S)$ | DW | D(h) | \bar{R}^2 |
|----------------|------------------|-------------------|--------------------|------------------|----------------|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|-------|-------------|
| 11.1 | .208 (0.84) | 1.350** (15.4) | -.402** (-4.26) | .026 (1.32) | .023 (0.34) | -.026 (-0.40) | .0006 (0.85) | -.009 (-1.32) | .014** (2.99) | .108** (3.36) | .189** (3.63) | 2.02 | -.32 | .996 |
| 11.2 | .508** (3.89) | 1.513** (19.2) | -.613** (-7.82) | .057** (4.15) | | | | | | .109** (3.34) | .189** (3.45) | 2.23 | -1.48 | .995 |
| 11.3 | .525** (3.58) | 1.513** (17.1) | -.618** (-7.00) | .061** (3.97) | | | | | | | | 2.26 | -1.82 | .994 |

- * = merkitsevä yksisuuntaisessa t-testissä 5 %:n tasolla
 ** = merkitsevä yksisuuntaisessa t-testissä 1 %:n tasolla
 D(h) = Durbinin h-testikriteeri
 S = S_A -muuttuja
 r = pankkien antolainauksen keskiporko-tukkuhintojen vuosimuutos-%
 L = aliarvostusaste x nettokassavirta
 S_t^e = myyntiodotukset (ARIMA-odotukset)
 Q_t^S = tuotantosunnitelmat (ARIMA-odotukset)

peutumiseen haluttua määrää kohden. Myös adaptiokerroin jää kokeilussa suhteellisen pieneksi.

5.3.3 Täydellinen sopeutuminen

Kun oletetaan Feldstein - Auerbachin mukainen varastojen täydellinen sopeutuminen haluttuun määräänsä vuosineljänneksen kuluessa ja tahattomien varastoinvestointien tulevan myyntiyllätyksistä, voidaan varastoinvestointiyhtälö esittää muodossa:

$$(48) \quad V_t = V_t^* + m(S_t^e - S_t)$$

Kun tähän sijoitetaan (ks. Feldstein - Auerbach (1976))

$$(3b) \quad V_t^* = b_0 + \mu b_1 S_t^e + (1-\mu)V_{t-1}^*$$

päädytään lopulta estimoitavaan yhtälöön

$$(49) \quad V_t = b_0 + \mu b_1 S_t^e + (1-\mu)V_{t-1} + m(S_t^e - S_t) - (1-\mu)m(S_{t-1}^e - S_{t-1}) + n(Q_t - Q_t^S) - (1-\mu)n(Q_{t-1} - Q_{t-1}^S),$$

kun mukaan sisällytetään myös tuotantoinnovaatiotermi. Yhtälö on parametrin μ suhteen yli-identifioitu.

Vaihtoehtoiseen täydellisen sopeutumisen yhtälöön päästään, kun (48):aan sijoitetaan halutun varaston yhtälö, jonka oletetaan määräytyvän samoin perustein kuin intertemporaalisessa voitonmaksimoinnissa. Yhtälöön otetaan mukaan myös tuotantoyllätykset.

$$(50) \quad V_t^* = b_0 - b_1 S_t^e + b_2 S_P^e - b_3 w_t^e + b_4 w_P^e - b_5 r_t^e + b_6 L_t + b_7 \Delta V_{t-1} + (1-b_8)V_{t-1}$$

TAULUKKO 12 Yrityssektorin varastokanta V_t (muuttujat logaritmisia). Yhteenveto tavanomaisen PNS-regression estimointituloksista. Täydellinen sopeutuminen, PNS-odotukset, estimointiperiodi 1963.1 - 1981.4 (suluissa t-arvo)

| Yhtälö- nro | vakio | S_t^e | S_p^e | w_t^e | r_t | L_t | ΔV_{t-1} | V_{t-1} | $(S_t^e - S_t)$ | $(Q_t - Q_t^S)$ | DW | D(h) | \bar{R}^2 |
|----------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|------|-------------|
| 12.1 | .392* (2.14) | .050** (2.52) | | | | | | .919** (27.8) | .107** (2.42) | .196** (2.65) | 0.78 | 5.52 | .991 |
| 12.2 | .036** (6.09) | .215 (1.76) | .549** (4.14) | -.062** (-2.64) | -.0008 (-.970) | -.052 (-4.26) | .926** (3.51) | | .147* (1.75) | | 0.65 | | .959 |

* = merkitsevä yksisuuntaisessa t-testissä 5 %:n tasolla

** = merkitsevä yksisuuntaisessa t-testissä 1 %:n tasolla

D(h) = Durbinin h-testikriteeri

S = S_A -muuttuja (S_p^e taulukon 9 mukaisella painorakenteella)

r = pankkien antolainauksen keskiporko-tukkuhintojen vuosimuutos-%

L = aliarvostusaste x nettokassavirta

Q_t^S = tuotantosuunnitelmat (PNS-sovite)

Estimoitavaksi yhtälöksi saadaan tässä tapauksessa:

$$(51) \quad V_t = b_0 - b_1 S_t^e + b_2 S_p^e - b_3 w_t^e + b_4 w_p^e - b_5 r_t^e + b_6 L_t + b_7 \Delta V_{t-1} + m(S_t^e - S_t) + n(Q_t - Q_t^s)$$

Taulukossa 12 on esitetty molempien mallien mukaiset estimointitulokset. Residuaalien autokorrelaatiotestisuureiden perusteella nähdään, ettei Feldstein - Auerbach-hypoteesi ainakaan tässä esitettyssä muodossa näytä olevan voimassa Suomen yrityssektorin varastojen sopeutumiskäyttäytymisessä.

5.3.4 Varastotyyppittäiset mallikokeilut

Estimointituloksia on mielenkiintoista tarkastella varastotyyppittäin, koska teoreettinen analyysi pohjautuu pääasiallisesti lopputuotevarastonäkökulmaan. Taulukossa 13 on esitetty estimoidut varastoinvestointiyhtälöt lopputuotteille, keskeneräisille töille sekä raaka-ainevarannoille.

Tulosten perusteella vahvistuu käsitys, että tässä tutkimuksessa laadittu malli on lopputuotevarastomalli. Lopputuotevarastojen kohdalla DW-testisuure viittaa sellaiseen mahdollisuuteen, että jäännöstermi olisi jossain määrin autokorreloitunut. Muuten malli näyttää toimivan asetettujen hypoteesien mukaisesti. Yllätystermien parametriestimaatit viittaavat lopputuotevarastojen puskurikäyttöön. Lopputuotevarastojen kohdalla viivästetty selitettävä ei saanut merkitsevää regressiokerrointa, joten se jätettiin pois yhtälöstä 13.L. Tämä vahvistaa aiemmin esitettyä epäilyä siitä, että varastoinvestointien autoregressiivinen käyttäytyminen on seurausta aineiston aggregatiivisuudesta (kappale 5.2).

TAULUKKO 13 Yrityssektorin varastoinvestoinnit varastotyypeittäin, ΔV_t (muuttujat logaritmisia), L = lopputuotteet, K = keskeneräiset työt, R = raaka-aineet. Yhteenveto tavanomaisen PNS-regression estimointituloksista. Rationaaliset odotukset, estimointiperiodi 1963.1 - 1981.4 (sulussa t-arvo)

| Yhtälö- nro | S_t^e | S_p^e | w_t^e | w_p^e | r_t | L_t | ΔV_{t-1} | V_{t-1} | $(S_t^e - S_t)$ | $(Q_t - Q_t^S)$ | DW | D(h) | \bar{R}^2 |
|----------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|------|-------------|
| 13.L | -.165** (-4.27) | .238** (6.56) | -.343** (-7.59) | .311** (7.34) | -.0018** (-5.52) | .022** (6.42) | | -.083** (-3.89) | .395** (13.75) | .414** (9.49) | 1.53 | 2.10 | .797 |
| 13.K | -.624 (-0.34) | .645 (0.35) | -.097 (-0.89) | .107 (1.00) | -.0006 (-0.70) | .014* (1.75) | .496** (4.87) | -.038 (-1.32) | .778 (0.38) | -.176 (-1.01) | 1.98 | .038 | .327 |
| 13.R | -1.50 (-0.96) | 1.57 (1.01) | -.248* (-2.70) | .225* (2.39) | -.0001 (-0.20) | .0078 (1.20) | .266** (2.39) | -.096** (-2.51) | 1.60 (0.92) | -.104 (-0.73) | 2.48 | -8.8 | .237 |

* = merkitsevä yksisuuntaisessa t-testissä 5 %:n tasolla

** = merkitsevä yksisuuntaisessa t-testissä 1 %:n tasolla

D(h) = Durbinin h-testikriteeri

Yhtälössä L: PNS-odotukset (taulukon 9 mukainen painotus)

r = pankkien antolainauksen keskiporko-tukkuhintojen vuosimuutos-%

L = aliarvostusaste x nettokassavirta

Yhtälössä K ja R: ARIMA-odotukset (taulukon 10 mukainen painotus)

r = eurodollarikorot-tukkuhintojen vuosimuutos-%

L = nettokassavirta

Selvästi heikoimmin malli onnistuu raaka-ainevarastojen selityksessä. Jäännöstermin autokorreloituneisuus on sitä suuruusluokkaa, että regressiokerroinestimaattien keskihajonnat ovat todennäköisesti aliarvioituja ja näin ollen t-testikriteerit eivät ole luotettavia.⁹⁴ Alustavat kokeilut raaka-aineiden tuontihinnoilla tuotantokustannusten sijaan eivät parantaneet mallin selityskykyä.⁹⁵

5.4 Tulosten analysointia

Alustavien estimointitulosten perusteella nähtiin, että laadittu intertemporaalinen voitonmaksimointimalli soveltuu parhaiten lopputuotevarastoinvestointien selittämiseen. Kun otetaan huomioon eri varastotyyppien vaihe-erot suhdannedynamiikassa, näyttää malli selittävän tyydyttävästi myös yrityssektorin kokonaisvarastokäyttäytymistä.

Erilaiset osittaisen sopeutuksen kehikoissa tehdyt kokeilut, (ääritapauksena) mukaan lukien Feldstein - Auerbachin hypoteesin estimoinnit, puolestaan indikoivat, että varastojen sopeutumisenopeus on alhainen. Yllätystermien hyvä selityskyky t-testikriteerien valossa viittaa varastojen puskurikäyttöön. Eri käyttäytymis- ja odotushypoteesien keskinäisistä eroista toimivuuden kannalta ei silmämääräisellä tarkastelulla pystytä juuri tekemään johtopäätöksiä.

Tulosten tarkempi analysointi edellyttää kuitenkin ensin niiden luotettavuuden arviointia. Vasta sen jälkeen kyetään näkemään tulosten merkitys ja kantavuus sekä pystytään arvioimaan, miten yksityiskohtaisesti tuloksia kannattaa analysoida ja minkälaisia johtopäätöksiä niiden perusteella voidaan tehdä.

Jatkossa rajoitutaan yksityiskohtaisemmin analysoimaan neljää mallia: 9.2, 9.3, 13.L sekä 11.2. Kolme ensimmäistä mallia on valittu, koska

⁹⁴Ks. esim. Maddala (1977), s. 282.

⁹⁵Vrt. Vajanne (1983), sivuilla 47 - 52 olevat samansuuntaiset tulokset.

ne alustavissa kokeiluissa näyttivät eri kriteerien perusteella parhaimmilta. Viimeinen edustaa sen lisäksi vertailumallina adaptiivisten odotusten hypoteesia, jossa ei oleteta intertemporaalisen substituution mahdollisuutta.

5.4.1 Mallit, jotka sisältävät S_B -myyntimuuttujan

Malleissa 9.3 ja 13.L on käytetty S_B -myyntimuuttujaa (luku 4.2.1). Tämä on periaatteessa "oikeampi" myyntimuuttuja kuin S_A . Toisaalta S_B :n laadinnassa jouduttiin osittain keinotekoisempiin aikasarjoihin kuin S_A :n tapauksessa, mikä ei kuitenkaan näytä eräiden partiaalitarkastelujen valossa ainakaan parantavan muuttujan selityskykyä (ks. liite 7). Alustavien estimointitulosten mukaan mallien residuaalit saattavat olla autokorreloituneita, jolloin myös regressiokertoimien estimoidut varianssit voivat olla liian pieniä.

Kuvioissa 16 ja 17 esitettyjen mallien jäännöstermien perusteella ei suoranaisesti voi päätellä residuaalien autokorreloituneisuutta. Kummassakin mallissa Durbinin h -testikriteeri viittaa jäännöstermien lievään positiiviseen autokorreloituneisuuteen. Mallissa 13.L LM-testikriteeri⁹⁶ (1.93) on 5 prosentin merkitsevyytasolla hyvin lähellä kriittistä arvoa (1.96) myös neljän neljänneksen viipeellä, mikä viittaa siihen, että aineistoon on saattanut lopputuotevarastojen kohdalla jäädä piilevää kausivaihtelua. Jäännöstermien homoskedastisuusoletusta ei voida hylätä, koska Whiten⁹⁷ regressiokertoimien heteroskedastisuuskorjatut t -arvot ovat hyvin lähellä tavanomaisia PNS-estimoinnin avulla saatuja arvoja.

Residuaalien normaalia jakautumista koskeva Jarque - Bera-testi⁹⁸ (H_0 : residuaalit ovat normaalisti jakautuneita) osoittaa, että tavanomaiset

⁹⁶Ks. Breusch - Pagan (1980).

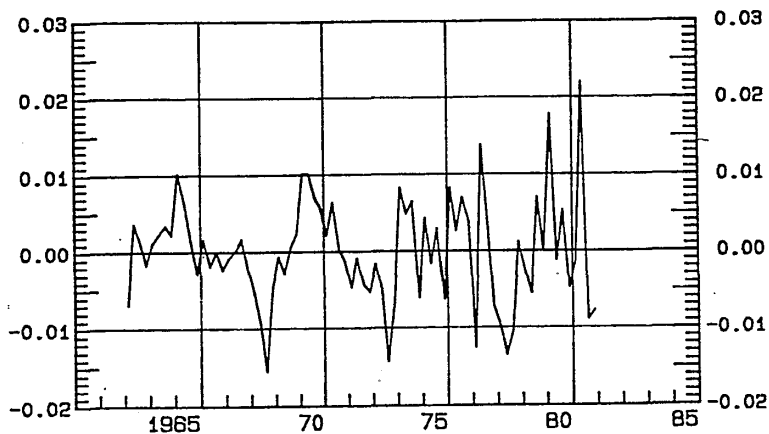
⁹⁷Ks. White (1980).

⁹⁸Ks. Jarque - Bera (1980).

PNS-estimointeihin liittyvät testit voidaan suorittaa. Testikriteerien arvot olivat malleissa 9.3 ja 13.L vastaavasti 3.22 ja 1.61. Nämä alittavat χ^2 -jakaumassa vapausasteella 2 kriittisen arvon 5.99, joten hypoteesia residuaalien normaalista jakautumisesta ei voida hylätä.

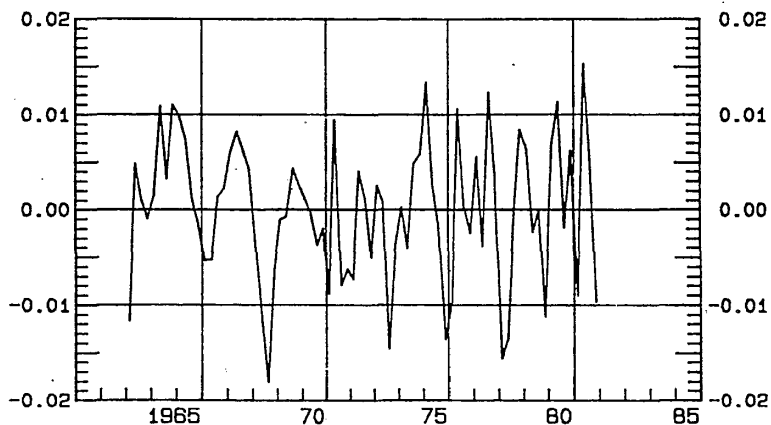
KUVIO 16

Mallin 9.3 residuaali (logaritminen)
(kokonaisvarastot, PNS-odotukset, myynti S_B)



KUVIO 17

Mallin 13.L residuaali (logaritminen)
(lopputuotevarastot, PNS-odotukset, myynti S_B)



Mallitösmennyksen hyvyttä voidaan tarkastella rekursiivisten residuaalien kumulatiivisen summan avulla. Rekursiiviset residuaalit kullekin hetkelle t tuotetaan regressioyhtälöllä, jonka parametriestimaatit ovat siihen nähden periodilta $(t-1)$.⁹⁹ Tämä on mallin selityskyvylle vaativa testi, koska rekursiivinen residuaali on itse asiassa otoksen ulkopuolinen ennustevirhe. Rekursiivisten residuaalien kumulatiivisen summan tai neliösumman systemaattinen käyttäytyminen paljastaa mallin puutteellisen täsmennyksen. Sekä kumulatiiviselle summalle että neliösummalle on laadittu merkitsevyysrajat.

Liitteessä 8 nähdään, että molempien mallien rekursiivisten residuaalien kumulatiivinen neliösumma ylittää 5 %:n merkitsevyystason rajat, jotka osoittavat residuaalin systemaattista käyttäytymistä. Tämän nojalla näyttää siltä, että regressioyhtälöt 9.3 ja 13.L eivät täysin ole pystyneet selittämään mallin systemaattista komponenttia.

Myös parametrien stabiilisuutta testaava Chow-testi (h_0 : malli on pysynyt stabiilina)¹⁰⁰ osoittaa, että mallien kertoimet eivät ole pysyneet vakioina. Estimointiperiodi jaettiin noin puolivälistä (1972.4) kahtia. $F(8,60)$ -jakautuneen testikriteerin kriittinen arvo 5 prosentin merkitsevyystasolla on vajaat 2.1. Molempien mallien saamat testisuureet ylittävät selvästi tämän. Mallin 9.3 Chow-testisuureeksi tuli 4.0 ja mallin 13.L vastaavasti 4.8.

Tasumuotoisten mallien estimointia differenssimuodossa on myös käytetty eräänlaisena mallintösmennystestinä varsinkin silloin, kun selittäjien välillä on multikollineaarisuutta.¹⁰¹ Jos malli on oikein täsmennetty, yksittäisten muuttujien parametriestimaattien ei tulisi juuri muuttua transformaatiossa.¹⁰² Liitteessä 9 suoritettu vertailu taso- ja

⁹⁹Ks. esim. Harvey (1981), s. 151.

¹⁰⁰Ks. esim. Maddala (1977), s. 194 - 201.

¹⁰¹Muunnos toisaalta lisää jäännösten autokorreloituneisuutta, ks. esim. Maddala (1977), s. 192. Tämä puolestaan saattaa aiheuttaa stokastisissa differenssimalleissa sen, että jäännöstermi ja viivästetty selitettävä muuttuja tulevat keskenään korreloituneiksi. Tällöin PNS-menetelmä ei ole enää konsistentti, ks. Harvey (1981), s. 266.

¹⁰²Ks. Plosser - Schwert (1978).

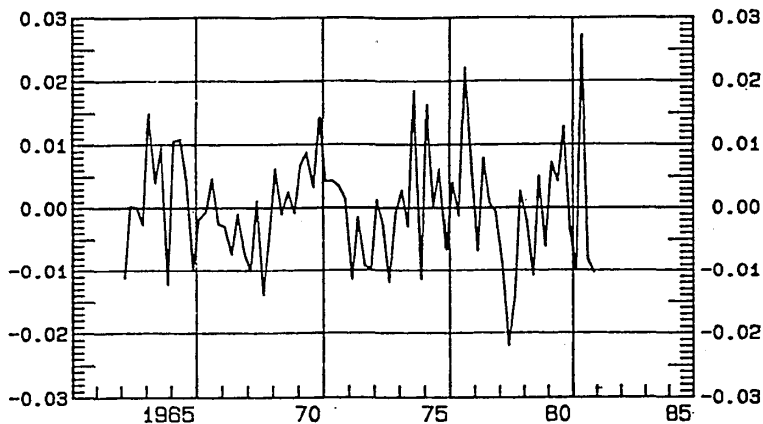
differenssimuotojen välillä osoittaa, että mallissa 9,3 ja 13.L varsininkin periodin P myyntiodotusten ja reaalikoron selittävydet vähenevät differenssimuodoissa selvästi. Kokeilussa muuttujien toisen differenssin estimoinnissa pitkän odotusperiodin myyntimuuttujan etumerkki muuttui negatiiviseksi.

5.4.2 Odotushypoteesien vertailua

Intertemporaalisen substituutiomahdollisuuden sisältävän rationaalisten odotusten hypoteesin ja toisaalta adaptiivisten odotusten malleissa 9.2 ja 11.2 koko yrityssektorin varastoinvestoinneille ei Durbinin h-kriteerin mukaan näytä olevan residuaalien autokorreloituneisuutta. Tämä on pääteltävissä myös vastaavista residuaalikuviosta 18 ja 20. LM-testi ei anna viitteitä pitemmilläkään viipeillä vaikuttavasta autoregressiivisyydestä. Myöskään Whiten testi ei viittaa jäännöstermien heteroskedastisuuteen. Mallin 9.2 sovite yhdessä toteutuneen kehityksen kanssa on esitetty kuviossa 19. Jarque - Bera -testikriteeri perusteella myöskään hypoteesia residuaalien normaalista jakautumisesta ei voida 5 %:n merkitsevyystasolla hylätä kummankaan kohdalla. Vapautasteella $2 \chi^2$ -testiarvot olivat 2.89 ja 4.67 (merkitsevyysraja 5.99).

KUVIO 18

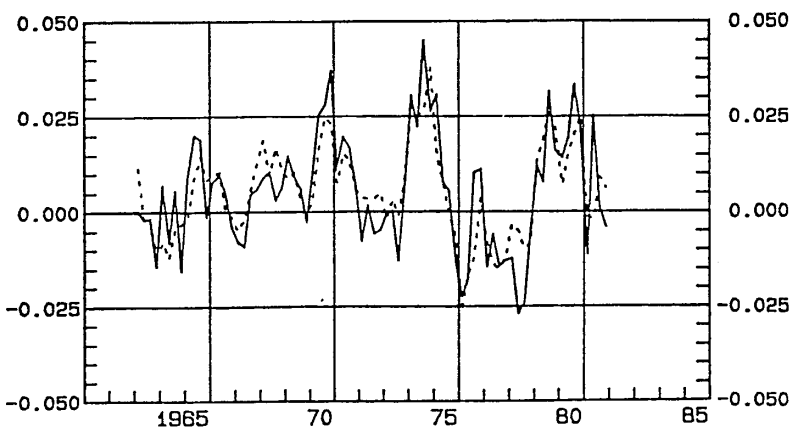
Mallin 9.2 residuaali (logaritminen)
(kokonaisvarastot, PNS-odotukset, myynti S_A)



KUVIO 19

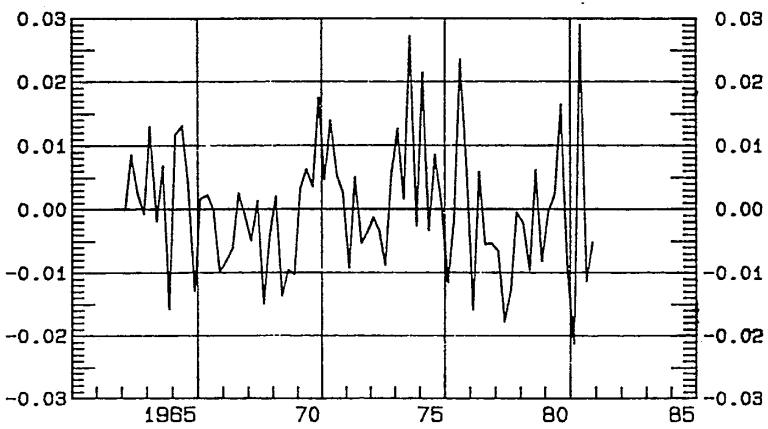
Yrityssektorin kokonaisvarastoinvestoinnit, (log-diff.)

Toteutunut ———
 Mallin 9.2 sovite - - - - -



KUVIO 20

Mallin 11.2 residuaali (logaritminen)
 (kokonaisvarastot, joustava akseleraatio ja
 adaptiiviset odotukset, myynti S_A)



Mallin 9.2 rekursiivisten residuaalien kumulatiivinen neliösumma alittaa kuuden neljänneksen jaksolla 1970-luvun alkupuoliskolla 5 prosen-

tin merkitsevyysrajan, kun taas adaptiivisten odotusten malli (11.2) pysyttelee koko ajan rajojen sisäpuolella (liite 8). Tämän vuoksi päätettiin suorittaa mallin 9.2 stabiilisuudelle Chow-testi, jossa estimointiperiodi jaettiin kahteen osaan vuoden 1972 viimeisen neljänneksen kohdalta. Ajoitus perustuu rekursiivisen summan käännepisteeseen. Mallin 9.2 $F(8,60)$ -jakautuneen testisuureen arvoksi saatiin 1.17, mikä alittaa 5 prosentin kriittisen rajan (~ 2.1). Tämän mukaan hypoteesia mallin rakenteen pysymisestä stabiilina koko estimointiperiodin ajan ei voida hylätä.

Mallien estimointi differenssimuodossa ei myöskään juuri tee eroa niiden välille (ks. liite 9). Tosin mallin 9.2 ensimmäisten differenssien vapausastekorjattu kokonaiskorrelaatio jää hieman korkeammaksi, mutta toisaalta konventionaalisen F -testin mukaan (H_0 : mallin kaikki parametrit ovat nolliä) kumpikaan malli ei jää ilman selityskykyä. Testikriteeri $F(8,68) = 14.44$ mallin 9.2 kohdalla kriittisen rajan ollessa 5 prosentin merkitsevyystasolla noin 2.1. Vastaavasti mallin 11.2 kohdalla $F(6,70) = 14.43$ ja kriittinen arvo on noin 2.2. Mallin 11.2 kahdella periodilla viivästetty varastokanta saa asetetun hypoteesin vastaisen positiivisen etumerkin.

Toisten differenssien kohdalla mallin 9.2 pitkän odotushorisontin myyntimuuttujan regressiokertoimen etumerkki vaihtuu negatiiviseksi. Mallin 11.2 kohdalla sama tapahtuu yhdellä periodilla viivästetylle varastokannalle. Rationaalisten odotusten ja intertemporaalisen voitonmaksimointimallin 9.2 kokonaiskorrelaatio jää toisen differenssin estimoinnissa selvästi korkeammaksi kuin adaptiivisten odotusten ja osittaissopeutusmallin 11.2.

Mallit 9.2 ja 11.2 ovat keskenään tyypillisesti ei-sisäkkäisiä malleja, joissa yksinkertaisesti vain muuttujia lisäämällä tai vähentämällä ei päästä vaihtoehtoihin struktuureihin.¹⁰³ Davidson ja MacKinnon ovat kehittäneet yksinkertaisen testin ei-sisäkkäisten hypoteesien mukaisesti mallien vertailemiseksi.¹⁰⁴ Siinä kaksi kilpailevaa mallia

¹⁰³Ks. esim. Harvey (1981), s. 175.

¹⁰⁴Ks. Davidson - MacKinnon (1982).

$$y = XB_0 + u_0 \quad u_0 = N(0, S_0^2)$$

ja

$$y = ZB_1 + u_1 \quad u_1 = N(0, S_1^2)$$

estimoidaan ensin tavanomaisella PNS-menetelmällä. Sen jälkeen estimoidaan (esimerkiksi) yhtälö

$$(52) \quad y = (1-\alpha)XB + \alpha\tilde{Z}B_1 + u'$$

($\tilde{Z}B_1$ = mallin 1 estimoitu kerroinmatriisi).

Toisin sanoen ensimmäisen mallin struktuuriin otetaan additiivisena lisäselittäjänä toisen estimoitu sovite. Tämän jälkeen testataan, poikkeako parametriestimaatti α nolasta. Mikäli α osoittautuu merkitseväksi, tuo toisen mallin "selitys" merkitsevää parannusta ensimmäisen mallin selityskykyyn. Tässä mielessä testissä on viime kädessä kysymys jäännösvarianssien vertailusta ja voidaan puhua "yhden vapausasteen" testistä.

Kaksisuuntainen Davidson - MacKinnon-testi suoritettiin lopputuotevarastomallien 9.2, 9.3 ja 11.2 välillä. Mallit 9.2 ja 9.3 ovat myös eisisäkkäisiä, koska niissä käytetään eri myyntimuuttujia. Taulukosta 14 nähdään selvä hierarkia mallien välillä. Mallin 11.2 sovite ei tuo lisäselitystä kumpaankaan intertemporaaliseen voitonmaksimoinnin malliin. Kummankin viimeksimainitun (9.2 ja 9.3) sovitteet sen sijaan parantavat adaptiivisten odotusten ja osittaisen sopeutuksen mallin (11.2) selityskykyä. Voitonmaksimointimalleista on tässä tapauksessa parempi S_B -myyntimuuttujan sisältävä yhtälö (9.3).¹⁰⁵

¹⁰⁵MacKinnon (1983) on varoittanut, että pienten otosten tapauksessa testi saattaa olla herkkä vapausasteille. Tätä varten testiä kokeiltiin täydentämällä "vajaita" yhtälöitä (9.2 ja 11.2) lisäselittäjillä, jotka aiemmin oli poistettu heikon selittävyuden takia. Estimointi samoilla selittäjien lukumäärillä ei kuitenkaan vaikuttanut taulukon 14 tuloksiin merkitsevästi.

Mallin ennustekyvyn testaaminen otoksen ulkopuolelle on eräs vaativimmista mallin hyvyden arviointikeinoista. Tätä varten estimoitiin mallit 9.2 ja 11.2 periodilta 1963.1 - 1980.4 ja suoritettiin ennuste vuodeksi 1981. Ennuste tehtiin kumuloimalla varastokantaa dynaamisesti mallien antamilla arvoilla. Kuvion 21 perusteella ei voida silmämääräisesti tehdä johtopäätöksiä mallien keskinäisestä paremmuudesta. Niinpä laskettiin kummankin prosentuaaliselle ennustevirheelle standardisoitu neliösumma.¹⁰⁶ Sen mukaan intertemporaalisen substituution PNS-odotusten malli (9.2) on hivenen parempi kuin adaptiivisten odotusten malli (11.2). Edellisen prosenttipoikkeamaksi tuli 1.3 % ja jälkimmäisen 1.8 %.¹⁰⁷

TAULUKKO 14

Davidson - MacKinnon-testi PNS-odotusten ja intertemporaalisen substituution malleille 9.2 ja 9.3 sekä adaptiivisten odotusten ja osittaisen sopeutuksen mallille 11.2. Lisäselittäjien regressiokertoimien saamat t-arvot.

Estimointiperiodi 1963.1 - 1981.4 (tavanomainen PNS). Selitettävä muuttuja V_t (muuttujat logaritmisia).

| Malli | Lisäselittäjänä sovite mallista: | | |
|-------|----------------------------------|------|------|
| | 9.2 | 9.3 | 11.2 |
| 9.2 | | 6.8* | 0.8 |
| 9.3 | 0.0 | | 1.1 |
| 11.2 | 4.6* | 8.5* | |

* t-arvo merkitsevä 5 prosentin merkitsevyytasolla.

¹⁰⁶Kaava:

$$s^2 = \sum_{t=1}^n e_t^2/n$$

s^2 = ennustevirheen standardisoitu neliösumma

e = ennustevirhe

n = havaintojen lukumäärä

Ks. Harvey (1981), s. 187.

¹⁰⁷Vertailun vuoksi mainittakoon, että varastoinvestointien itseisarvon suhde varastokantaan on ollut keskiarvoltaan noin 1.2 % ja keskihajonaltaan lähes 1 %.

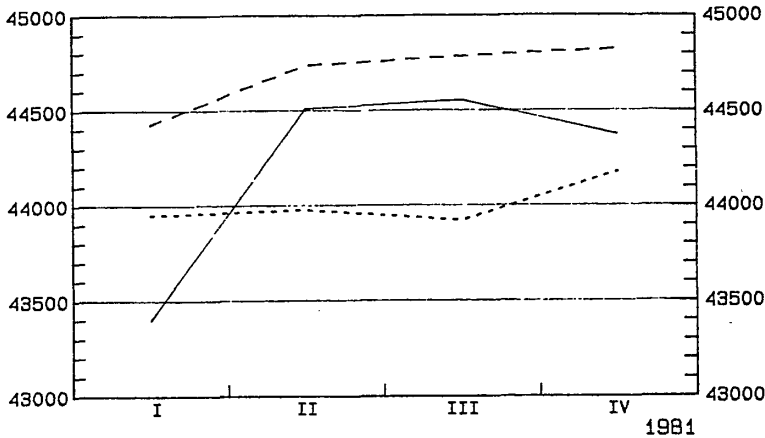
KUVIO 21

Ennuste estimointiperiodin ulkopuolelle, 1981.1 - 1981.4

Yrityksen varastokanta, 75 mmk, kausipuhdistettu

Malli 9.2

Malli 11.2



Sovitekuviosta 19 nähdään, että malli 9.2 on ajoittanut lähes puolet varastoinvestointien käännepeisteistä oikein. Jos mukaan lasketaan tapaukset, joissa on tapahtunut ainoastaan vuosineljänneksen virhe, suunnilleen oikein ajoitettuja käännteitä on selvästi yli puolet.

5.4.3 Tulosten tulkinta ja johtopäätökset

Ekonometristen testaustulosten perusteella näyttää siltä, että hypoteesia rationaalisiin odotuksiin perustuvasta intertemporaalisesta voitonmaksimointikäyttäytymisestä Suomen yrityssektorin varastoinvestointeja selittävänä käyttäytymismallina ei voida hylätä. Lisäksi se tuntuu vahvemmalta selityshypoteesilta kuin kokeillut vaihtoehdot.

Malleja 9.2, 9.3 ja 13.L voidaan suoritetujen testien pohjalta pitää "edustavina" malleina, joiden perusteella voidaan tehdä johtopäätöksiä

varastoinvestointikäyttäytymisestä. Kaksi ensimmäistä selittävät yrityssektorin kokonaisvarastoja, kun taas mallin 13.L selitettävänä muuttujana ovat yrityssektorin lopputuotevarastot. Mallia 9.2 voidaan pitää näistä parhaana siinä mielessä, että se on parametreiltaan stabiili kautta koko estimointiperiodin eivätkä sen jäännöstermit ole autokorreloituneita. Mallissa 9.2 käytetään S_A -myyntimuuttujaa (kappale 4.2.1).

Eri muuttujien suhteellista merkitystä selittäjinä voidaan kuvata niiden selitysosuudella. Selitysosuus on laskettu nk. beta-kertoimien avulla, jotka ottavat huomioon muuttujan varianssin.¹⁰⁸ Kun mallin beta-kertoimien summa normitetaan sadaksi, saadaan kunkin muuttujan keskimääräinen prosentuaalinen kontribuutio koko selitettyyn vaihteluun eli selitysosuus. Taulukossa 15 on esitetty mallien 9.2, 9.3 ja 13.L selitysosuudet.

TAULUKKO 15

Varastoinvestointien selittävien muuttujien selitysosuuksia, %

| Muuttuja | Malli | | |
|------------------|-------|------|------|
| | 9.2 | 9.3 | 13.L |
| S_t^e | 27.5 | 6.7 | 8.2 |
| S_p^e | 38.3 | 14.4 | 11.5 |
| w_t^e | 6.1 | 35.1 | 36.7 |
| w_p^e | | 29.3 | 32.9 |
| r_t | | 2.0 | 1.7 |
| L_t | 6.2 | 1.6 | 1.4 |
| ΔV_{t-1} | 5.0 | 0.9 | |
| V_{t-1} | 8.2 | 4.1 | 1.5 |
| $S_t^e - S_t$ | 5.6 | 4.3 | 4.5 |
| $Q_t - Q_t^s$ | 3.1 | 1.5 | 1.6 |
| yhteensä | 100 | 100 | 100 |

¹⁰⁸Ks. esim. Maddala (1977), s. 199.

Taulukosta nähdään, että muutamat selitysosuudet vaihtelevat melko paljon sen mukaan, mitä muuttujia malliin on sisällytetty. Esimerkiksi S_A -muuttujan selitysosuus (yhtälö 9.2) on suurempi kuin S_B -muuttujien (vaikka otetaankin huomioon se, että mallissa 9.2 on vähiten selittäjiä). Jälkimmäistä myyntimuuttujaa käytettäessä puolestaan tuotantokustannusmuuttujien merkitys korostuu ja toisaalta likviditeettimuuttujan rooli pienenee. Nämä vaihtelut johtunevat selittäjien keskinäisestä korreloituneisuudesta. S_A -muuttuja vaikuttaa tässä mielessä vähemmän herkältä kuin S_B . Pitkän odotusperiodin (P) myyntimuuttujan suurempi selitysosuus verrattuna kuluvan neljänneksen vastaavaan osuuteen on luonnollinen tulos, koska pitkään odotusperiodiin liittyy myös transaktiokäyttäytymistä. Lyhyeen aikaväliin jää voittopuolisesti puskurispekulaatiokäyttäytymistä, joka jää jäljelle, kun transaktiokysynnän vaatimukset on täytetty (luku 3.1). Stabiileimmat selitysvaikutukset näyttävät olevan yllätystekijöillä. Yleisvaikutelmana kuitenkin on, että myynti ja tuotantokustannukset selittävät valtaosan varastoinvestointien vaihtelusta, ja muille jää tässä valossa ikään kuin täydentävän selittäjän leima. Muun muassa viivästetyn selitettävän merkitys näyttää jäävän suhteellisen vähäiseksi, mikä korostaa intertemporaalisen käyttäytymisen merkitystä varastoinvestoinneissa.

Vaikka myyntimuuttuja S_B on yksittäisenä selittäjänä usein "onnistunut" paremmin kuin muuttuja S_A , ovat viimeksi mainitun sisältämät mallit useimmiten kokonaisuutena olleet parempia. Myynnin pitkän odotusperiodin (P) parametriestimaatti (b_2) on noin 0.2 kaikissa kolmessa mallissa. Log-lineaarisisessa kehikossa tämä voidaan tulkita suoraan joustoksi. Lyhyen aikavälin myyntiodotusten vastaava parametri (b_1) oli yleensä hieman b_2 :ta pienempi. Tuotantokustannusten pitkän odotusperiodin parametri (b_4) näyttää vaihtelevan 0.2:n ja 0.3:n välillä. Lyhyellä aikavälillä vastaava kerroin (b_3) on malleissa 9.3 ja 13.L suunnilleen samaa suuruusluokkaa. Sen sijaan mallissa 9.2 (myyntimuuttujana S_A) tuotantokustannusten kerroin on huomattavasti pienempi, mikä on yhdenmukainen tulos taulukon 15 kanssa. Joustotarkastelun valossa varastoinvestoinnit eivät siis näytä olevan kovinkaan herkkiä odotusten muutosten suhteen. Jossain määrin tämä johtuu varastojen autoregressiivisyydestä. Siihen viittaa se, että yllä mainitut joustokertoimet ovat suurimmat lopputuoteyhtälössä 13.L, jossa viivästetty

varastoinvestointi ei ole selittäjänä. Tämä tulos on yhdenmukainen joustavan akseleraation kehikossa saadun varastojen hitaan sopeutumisen kanssa. Tässä yhteydessä voidaan todeta myös, että kaikki yllä kerrottu viittaa yhdenmukaisesti siihen, että Feldstein - Auerbachin hypoteesi varastojen välittömästä sopeutumisesta ei näytä ainakaan tässä aineistossa pätevän.

Varastonpitokustannusten proxyna toimii parhaiten pankkien antolainauksen reaalin keskikorko, kun deflaattorina on tukkuhintojen vuosimuutos. Myös reaaliset eurodollarikorot selittävät joissakin tapauksissa varastoinvestointeja. Muuttujan dekomponointi osoitti, että hintojen muutos on voimakkaampi selittäjä kuin nimelliskorot. Varastonpitokustannukset eivät kuitenkaan vaikuta kovinkaan ratkaiseviltä varastoinvestointien selittäjiltä. Tämä yhdessä yllätystekijöiden hyvän selittävyuden kanssa viittaa siihen, että tuotantokustannuksilla on varastonpitokustannuksia huomattavasti suurempi merkitys yritysten päätöksenteossa. Tätä tulemaa tukee myös joustavan akseleraation kehikossa saatu kuva varastojen hitaasta sopeutumisesta. Varastojen portfoliokäyttäytymiseen ei korkomuuttuja myöskään näin ollen viittaa.¹⁰⁹

Akhtar (1983) on tutkimuksessaan päätenyt tulokseen, että korkomuutokset ovat vasta 1970-luvulla olleet sitä suuruusluokkaa, että niillä on mainittavaa vaikutusta varastonpitohalukkuuteen. Suomessa pääomamarkkinoiden avoimuuden lisääntyminen lienee vaikuttanut samansuuntaisesti vasta 1970-luvun jälkipuoliskolta alkaen. Muun muassa tämä seikka selittänee osaltaan pankkien antolainauskoron paremmuuden eurodollarikorkoihin verrattuna.

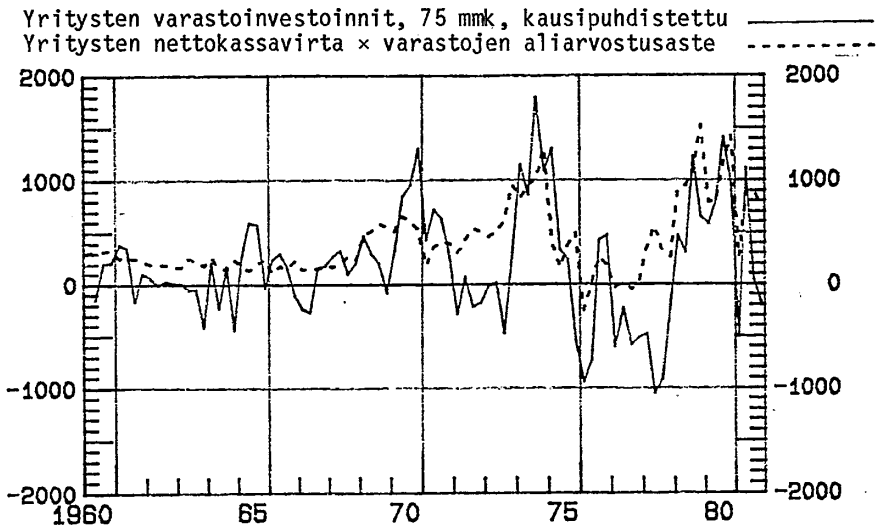
Likviditeettimuuttuja tuli mukaan varsinaisen varastoinvestointien käyttäytymishypoteesin ulkopuolelta, Suomessa vallitsevien erityisolosuhteiden huomioon ottamiseksi. Se parantaakin selvästi mallin selityskykyä. Tässä tutkimuksessa käytetty rahoitusmuuttuja toisaalta

¹⁰⁹Sen sijaan eräissä äskettäin ulkopuolella suoritetuissa kokeiluissa velkakannan selityskyky on osoittautunut hyväksi, mikä tukee käsitystä varastojen käyttämisestä yritysten likviditeetin vaihteluiden tasaamiseen.

muistuttaa luvussa 2.5 esitettyä veropainemuuttujaa.¹¹⁰ Näin ollen varastojen aliarvostusasteella korjattu nettokassavirta saattaa edustaa useampaa varastoinvestointeihin vaikuttavaa tekijää. Kuviosta 22 nähdään, että varastoinvestoinneilla ja rahoitusmuuttujalla on usein selvää keskinäistä korrelaatiota. Veropaineeselitystä tukee se, että kuvion 22 käyrien keskinäinen vastaavuus näyttää lisääntyneen vuonna 1969 suoritetun EVL:n uudistamisen jälkeen.

KUVIO 22

Varastoinvestoinnit ja rahoitusmahdollisuudet 1960.1 - 1981.4



Vuosineljänneksellä viivästetyn varastojen muutoksen selityskyky heikkenee disaggregoituun suuntaan siirryttäessä. Tämä viittaa siihen, että autoregressiivinen käyttäytyminen johtuu suurelta osin aggregoitujen eri varastotyyppien suhdanteittaisista vaihe-eroista.

¹¹⁰Veropainemuuttujan selittävyuden suhteen todettiin voiton maksimointikehikossa olevan kausaalisuusongelmia. Tätä lieventää kuitenkin muuttujien vaikutusten välinen ajoitusero. Voiton maksimointikäyttäytymiseen vaikuttaa eksogeenisten muuttujien odotettu kehitys. Veropainetekijä on mahdollista sisällyttää additiivisena lisäselittäjänä halutun varastokannan määräytymisyhtälöön, ilman että endogeenisuusongelma olisi häiritsevää suuruusluokkaa, olettamalla se viime hetkellä vaikuttavaksi osittain yllätykselliseksi erityistekijäksi. Tätä käsitystä tukee etenkin pieneköissä yrityksissä käytetty termi "tilinpäätösinvestointi" (tilikauden lopulla tuloksentasausmielessä tehty hankinta).

Varastojen puskurikäytöllä on saatujen tulosten mukaan selvästi merkitystä tuotannon vaihteluiden tasaajana yllättävän myynti- tai tuotantokehityksen ilmetessä. Tämä toisaalta myös tukee kirjallisuudessa esitettyä hypoteesia varastojen myötävaikutuksella syntyvistä hintajäykkyyksistä.¹¹¹ Innovaatioiden joustokertoimet olivat suurimmillaan lopputuotevarastoinvestointiyhtälössä 13.L, jossa ne ovat 0.4:n luokkaa. Myynti- ja tuotantoyllätysten kertoimien suuruusluokat eivät eronneet merkittävästi keskenään. Saatujen tulosten valossa varastojen passiivisten muutosten merkitys jää jossain määrin aktiivisista puskuri-spekulaatioista johtuvia varastoinvestointeja vähäisemmäksi. Miten vahvasti tähän tulokseen voi luottaa, riippuu paljolti siitä, miten lähelle "todellisia" yllätystermit - toisin sanoen odotusmuuttujat - on onnistuttu saamaan. Innovaatiotermien stabiili selitysosuus viittaa muun muassa siihen, että PNS-kehikossa generoidut odotusmuuttujat ovat jotakuinkin onnistuneita. Odotuksia ei kuitenkaan ole vielä missään kvantitatiivisesti pystytty laajasti mittaamaan.

Jatkotutkimusten kannalta onkin hyvin keskeisenä ongelmana soveliaiden odotusmuuttujien kehittäminen. Nyt käytetyt odotusmuuttujat ovat paljolti ad hoc -ratkaisujen ja hyvin karkeiden kokeilujen tuloksia. Tässä yhteydessä tulee lähinnä mieleen erilaisten kyselytutkimusten hyödyntäminen.

Toisena keskeisenä ongelmana on aineiston liiallinen aggregatiivisuus. Mikrotaloudellinen yritysten varastokäyttäytymistutkimus näyttää edellyttävän varastotyypeittäistä disaggregointia. Lisäksi myös toimialoittainen disaggregointiloisi paremmat tutkimusedellytykset. Käytettävissä oleva muutaman vuoden pituinen neljännesvuositolasto ei kuitenkaan vielä suo tähän kunnon mahdollisuuksia.

¹¹¹Teoreettisissa tarkasteluissa ovat mm. Amihud - Mendelsohn (1983), Reagan (1982) sekä Reagan - Weitzman (1982) päätyneet tulokseen, että varastot ovat eräänä keskeisenä syynä siihen, että hinnat ovat (alaspäin) jäykkä.

6 TIIVISTELMÄ

Tutkimuksen alussa luotiin katsaus erilaisiin varastoinvestointitutkimuksissa käytettyihin lähestymistapoihin, jotka jakautuvat kolmeen suuntaukseen. Näistä joustavan akseleraation sekä kustannusfunktiolähestymistavan todettiin olevan mikroteoreettiselta perustaltaan puutteellisia, joten tutkimuksen viitekehikseksi valittiin voittofunktioon perustuva lähestymistapa.

Estimoitava malli laadittiin perinteisessä suunniteltujen vs. tahattomien varastoinvestointien dikotomiassa. Suunniteltujen varastoinvestointien oletettiin tapahtuvan intertemporaalisen voitonmaksimointikäyttäytymisen kehikossa. Tämän nk. puskuri-spekulaatio-käyttäytymisen mukaan yrityksen kannattaa hyödyntää kysyntä- ja kustannusnäkyvien vaihteluita käyttäen varastoja puskurina. Yritysten odotusten oletettiin muodostuvan rationaalisesti. Kahden vuoden mittainen odotushorisontti jaettiin lyhyeen ja pitkään aikaväliin. Periodianalysikehikossa tehdyssä optimointiratkaisussa olivat suunniteltujen varastoinvestointien selittäjinä myynti, tuotantokustannukset, varastointikustannukset sekä rahoitustilanne. Lisäksi viivästetyllä varastokannalla on merkitystä varastoinvestointien määräytymisessä. Tahattomat varastoinvestoinnit aiheutuvat myynti- ja tuotantoyllätyksistä.

Tilastojen puuttumisen ja heikon laadun vuoksi jouduttiin tutkimuksen keskeisimpien muuttujien empiiriset vastineet vartavasten laatimaan. Tämä koski sekä yrityssektorin kokonaisvarastoja että varastotyyppejä. Samoin jouduttiin tutkimusta varten laatimaan myynti- ja tuotantokustannussarjat.

Muuttujien aikasarja-analyysin perusteella osoitettiin, että intertemporaalisen substituution käyttäytymisoletus voidaan tehdä. Lisäksi todettiin, että varastoinvestoinneissa näyttäisi vaikuttavan autoregressiivinen komponentti, joka saattaa johtua aggregatiivisesta aineistosta. Sivutuotteena saatiin tulos, että hinta- ja kustannussarjojen aikasarja-analyttinen luonne on tutkimusperiodin kuluessa muuttunut.

Estimoitokokeissa käytettiin rationaalisten odotusmuuttujien sijaismuuttujina eräitä täydellisen ennakkotietämyksen muunnoksia sekä ARIMA-odotuksia. Vertailun vuoksi kokeiltiin myös erilaisia ad hoc -odotushypoteeseja osittaisessa sopeutumiskehikossa. Tulokset osoittavat varastojen melko hidasta sopeutumista.

Erilaisten ekonometristen testaustulosten mukaan hypoteesia intertemporaalisesta voitonmaksimointikäyttäytymisestä Suomen yrityssektorin varastoinvestointeja selittävästä käyttäytymismallina ei voida hylätä. Se tuntuu lisäksi vahvemmalta selityshypoteesilta kuin kokeillut vaihtoehdot, esimerkiksi adaptiiviset odotukset joustavan akseleraation kehikossa. Estimoitu malli osoittautui teoreettisen rakennelman edellyttämäksi lopputuotevarastomalliksi. Estimointitulosten mukaan varastoinvestoinnit ovat suhteellisen jäykkäliikkeisiä odotusten muutosten suhteen. Varastojen käyttö puskurina myynti- ja tuotantoyllätyksissä tasaa tuotannonvaihteluita, mutta saattaa edesauttaa myös jäykkyyttä laskevien hintojen suuntaan. Rahoitustilanne, mahdollisesti yhdistyneenä veropainevaikutukseen, on tulosten mukaan suhteellisen voimakas varastoinvestointiselittäjä. Sen sijaan muiden sijoituskohteiden vaikutus varastoinvestointeihin lyhyellä aikavälillä - korkomuuttujan välityksellä tarkasteltuna - näytti melko vähäiseltä. Tämä selittyy ainakin osittain sillä, että tuotantokustannusten merkitys yritysten päätöksenteossa näyttää selvästi suuremmalta kuin varastonpitokustannusten.

KIRJALLISUUS

AKHTAR (1983) Effect of Interest Rates and Inflation on Aggregate Inventory Investment in the United States. American Economic Review. June 1983.

ALTONJI - ASHENFELTER (1980) Wage Movements and the Labor Market Equilibrium Hypothesis. Economica 47/3/1980.

AHMIHUD - MENDELSON (1983) Multiperiod Sales-Production Decisions under Uncertainty. Journal of Economic Dynamics and Control 5 (1983).

ARROW - KARLIN - SCARF (1958) Studies in the Mathematical Theory on Inventory and Production. Stanford 1958.

ARVAN - MOSES (1982) Inventory Investment and the Theory of the Firm. American Economic Review. March 1982.

ATKINSON (1981) An Analysis of Finished Goods Inventory Behaviour. Southern Economic Journal. Vol. 48 No 2. October 1981.

BEGG (1982) The Rational Expectations Revolution in Macroeconomics, theories and Evidence. Southampton 1982.

BLANCHARD (1983) The Production and Inventory Behavior of the American Automobile Industry. Journal of Political Economy. Vol. 91 No. 3. June 1983.

BLINDER (1981a) Inventories and the Structure of Macro Models. American Economic Review. May 1981.

BLINDER (1981b) Retail Inventory Behaviour and Business Fluctuations. Brookings Papers on Economic Activity. 1981:2.

BLINDER (1982) Inventories and Sticky Prices. More on the Micro-foundations of Macroeconomics. American Economic Review. June 1982.

BLINDER (1984) Can the Production Smoothing Model of Inventory Behavior be Saved? NBER Working Paper No. 1257. January 1984.

BLINDER - FISCHER (1981) Inventories, Rational Expectations, and the Business Cycle. Journal of Monetary Economics 8. 1981.

BOX - JENKINS (1976) Time Series Analysis, Forecasting and Control. San Francisco 1976.

BRAINARD - TOBIN (1968) Pitfalls in Financial Model Building. American Economic Review. May 1968.

BREUSCH - PAGAN (1980) The Lagrange Multiplier Test and Its Applications to Model Specification in Econometrics. Review of Economic Studies 47. 1980.

BRUNNER - CUKIERMAN - MELTZER (1983) Money and Economic Activity, Inventories and Business Cycles. Journal of Monetary Economics 11 (1983).

CHIANG (1974) Fundamental Methods of Mathematical Economics. Tokio 1974.

DAVIDSON - MacKINNON (1982) Some Non-Nested Hypothesis Tests and the Relations Among Them. Review of Economic Studies (1982) XLIX.

DICKEY - FULLER (1979) Distribution of the Estimators for Auto-regressive Time Series with an Unit Root. Journal of the American Statistical Association. 74. 1979.

DURBIN (1970) Testing for Serial Correlation in Least Squares Regression when Some of the Regressors are Lagged Dependent Variables. Econometrica, 38. 1970.

EICHENBAUM (1983) A Rational Expectations Equilibrium Model of Inventories of Finished Goods and Employment. Journal of Monetary Economics 12. 1983.

FEIGE (1967) Expectations and Adjustments in the Monetary Sector. American Economic Review. May 1967.

FELDSTEIN - AUERBACH (1976) Inventory Behaviour in Durable Goods Manufacturing: The Target-Adjustment Model. Brookings Papers on Economic Activity. 1976:2.

FRIEDMAN (1979) Optimal Expectations and the Extreme Information Assumptions of 'Rational Expectations' Macromodels. Journal of Monetary Economics 5 (1979).

HAAVISTO (1975) Varastot. Selvitys varastojen tasosta, muutoksista ja rakenteesta Suomen kansantaloudessa. Taloudellinen suunnittelukeskus. 1975.

HARVEY (1981) The Econometric Analysis of Time Series. Southampton. 1981.

HAY (1970) Adjustment Costs and the Flexible Accelerator. Quarterly Journal of Economics. 1970:1.

HOLT - MODIGLIANI - MUTH - SIMON (1960) Planning Production, Inventories and Work Force. Englewood Cliffs. 1960.

HONKAPOHJA - KANNIAINEN (1981) Corporate Taxation, Inventory Undervaluation and Neutrality. Kansantaloudellinen aikakauskirja. 1981:4.

HÄMÄLÄINEN (1963) Varastoinvestoinnit ja suhdannevaihtelut. Taloudellisia selvityksiä 1963. Suomen Pankin taloustieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja. A:26.

IRVINE (1981a) Merchant wholesaler Inventory Investment and the Cost of Capital. American Economic Review. May 1981.

IRVINE (1981b) Retail Inventory Investment and the Cost of Capital. American Economic Review. September 1981.

JARQUE - BERA (1980) Efficient Tests for Normality, Homoskedasticity and Social Independence of Regression Residuals. Economics Letters 6. 1980.

JENKINS (1979) Practical Experiences with Modelling and Forecasting Time Series. Kendal 1979.

KANNIAINEN (1976) The Demand for Money Other Liquid Assets and Short-term Credit by Finnish Firms. Helsinki 1976.

KANNIAINEN - HERNESNIEMI (1984) Inventories, Costs of Inventory Capital, and Sales Expectations. Esitelmä kansantaloustieteen päivillä maaliskuussa 1984.

KANNIAINEN - HONKAPOHJA (1979) Varastovaraukset, verotus ja suhdannevaihtelut. Liiketaloudellinen aikakauskirja. 1979:2.

KOSKENKYLÄ (1972) Teoreettisen ja empiirisen investointianalyysin ongelmista, Suomen tehdasteollisuuden investointitoiminta vuosina 1948 - 1970. Suomen Pankin taloustieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja. D:28. 1972.

KOSKENKYLÄ (1983) Investment Behaviour and Market Imperfections with Application to Finnish Corporation Sector. Toistaiseksi julkaisematon käsikirjoitus. 1983.

KOSKENKYLÄ - PEKONEN (1976) Elinkeinoverolainsäädännön vaikutuksesta investointeihin. Unitas 4/1976.

KOSTIAINEN (1981) Rahoitusmarkkinavaikutusten välittymismekanismit ja teollisuuden sijoitus päätökset Suomessa. Suomen Pankki. 1981. D:48.

KUKKONEN (1968) Analysis of Seasonal and Other Short-Term Variations with Applications to Finnish Economic Time Series. Bank of Finland Institute for Economic Research Publications. Series B:28. 1968.

- LEPPÄ - SOURAMA (1982) Varastoinvestointien sopeutumismekanismi. Esitelmä Kansantaloustieteen päivillä 5.3.1982 (Taloustieteellisen seuran vuosikirja 1981/82).
- LIEBERMAN (1980) Inventory Demand and Cost of Capital Effects. The Review of Economics and Statistics. 1980:3
- LOVELL (1961) Manufacturers' Inventories, Sales Expectations and the Acceleration Principle. Econometrica. Vol. 19 No. 3. July 1961.
- MACCINI (1984) The Interrelationship Between Price and Output Decisions and Investment Decisions, Microfoundations and Aggregate Implications. Journal of Monetary Economics 13 (1984).
- MACCINI - ROSSANA (1981) Investment in Finished Goods Inventories: An Analysis of Adjustments Speeds. American Economic Review. May 1981.
- MADDALA (1977) Econometrics. Tokio 1977.
- METZLER (1941) The Nature and Stability of Inventory Cycles. The Review of Economic Statistics. 1941:3.
- MODIGLIANI (1957) Business Reasons for Holding Inventories and their Macro-Economic Implications. Teoksessa Problems of Capital Formation. NBER Studies in Income and Wealth. Princeton 1957.
- MUTH (1961) Rational Expectations and the Theory of Price Movements. Econometrica. Vol. 29. July 1961.
- PERSSON (1979) Inflationary Expectations and the Natural Rate Hypothesis. Tukholma 1979.
- PETERSON - SILVER (1979) Decision Systems for Inventory Management and Production Planning. New York 1979.
- PHLIPS (1983) The Economics of Price Discrimination. Cambridge 1983.

PLOSSER - SCHWERT (1978) Money, Income and Sunspots: Measuring Economic Relationships and the Effects of Differencing. Journal of Monetary Economics 4 (1978).

REAGAN (1982) Inventory and Price Behavior. Review of Economic Studies. 1982.

REAGAN - WEITZMAN (1982) Asymmetries in Price and Quantity Adjustments by the Competitive Firm. Journal of Economic Theory 27. 1982.

ROWLEY - TRIVEDI (1975) Econometrics of Investment. Lontoo 1975.

RUBIN (1980) Aggregate Inventory Behavior: Response to Uncertainty and Interest Rates. Journal of Post Keynesian Economics/Winter 1979-80. Vol. II No. 2.

RUTLEDGE (1974) A Monetarist Model of Inflationary Expectations. Lexington Books, Lexington (Mass.) 1974.

RUUHELA (1975) Yrityksen kasvu ja rahoitus. Helsinki 1975.

Suomen Pankin neljännesvuosimalli B0F3 (1983). Mallin aineisto. Suomen Pankin tutkimusosasto. TU 2/83.

SALO (1977) Suomen teollisuuden varastot vuosina 1960 - 1975. Helsinki 1977. ETLA:B 15.

SHAW (1940) Elements of a Theory of Inventory. Journal of Political Economy 48:1940.

SMITH (1975) Pitfalls in Financial Model Building: A Clarification. American Economic Review. June 1975.

SMITHIES (1939) The Maximization of Profits over Time with Changing Cost and Demand Functions. Econometrica vol. 7. No 4. October 1939.

SUKSELAINEN (1984) Hinnanmuodostus Suomen teollisuudessa vuosina 1969 - 1981 - ekonometrinen tutkimus toimialoittaisella neljännesvuosianeistolla. Suomen Pankin tutkimusosasto. TU 5/84.

TARKKA (1981) Erään liikepankkien keskuspankkirahoituksen marginaalikorkeusarjan konstruointi ajalta 1957 - 1979. Helsingin yliopiston kansantaloustieteen laitoksen keskustelu- ja tutkimusaloitteita n:o 149. 1981.

TRIVEDI (1984) Adjustment Costs and Production Smoothing: Some Econometric Implications. The Machester School of Economic and Social Studies. No. 1. March 1984.

TOURUNEN (1980) Teollisuuden varastoinvestoinneista Suomessa vuosina 1961 - 1975. Suomen Pankki. D:45. 1980.

TUOVINEN (1979) Inflaatio-odotusten muodostamisesta ja erään inflaatio-odotussarjan optimaalisuudesta. Suomen Pankki 1979. D:44.

VAJANNE (1983) Raaka-aineiden tuonnin suhdannevaihtelut ja varastoseuttaminen. ETLA C 27. 1983.

WHITE (1980) A Heteroskedasticity - Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct test for Heteroskedasticity. Econometrica 48. 1980.

VICKERS (1968) The Theory of the Firm: Production, Capital and Finance. McGraw-Hill 1968.

WILLMAN (1984) Suomen kansantalouden neljännesvuosimalli BOF3: Varastot, sektoreittainen tuotanto ja potentiaalinen tuotanto. Suomen Pankin tutkimusosasto. TU 18/84.

VIRÉN (1984) Determination of Employment with Wage and Price Speculation. Suomen Pankin kansantalouden osasto. KT 15/84.

VARASTOINVESTOINTIEN INTERTEMPORAALINEN KÄYTTÄYTYMINEN
PERIODIANALYYSIN VALOSSA

1 Voitonmaksimointi 2-periodimallissa
(laskeva kysyntäkäyrä)

Yritys maksimoi seuraavan voittofunktion:

$$(A.1) \quad \Pi_a = t_1(p_1, S_1) + R t_2(p_2, S_2) - c_1(Q_1, w_1) - R c_2(Q_2, w_2) \\ - i_1(Q_1 - S_1, r) + \gamma(Q_1 + Q_2 - S_1 - S_2),$$

jossa

Π = voitto

S = myyntimäärä

p = myyntihinta

Q = tuotantomäärä

w = tuotantokustannusten yksikköhinta

r = varastonpitokustannusten yksikköhinta

t = myyntitulot

c = tuotantokustannukset

i = varastonpitokustannukset

R = diskonttaustekijä

γ = lagrangen kerroin

Alaindeksi tarkoittaa odotuksia tai suunnitelmia kyseisen
periodin suhteen:

1 = kulumassa oleva periodi,

2 = seuraava periodi.

Odotukset muodostetaan periodin 1 alussa.

Rajoitukset:

$$Q_1 + Q_2 - S_1 - S_2 = 0$$

$$Q_1 - S_1 = \Delta V > 0 \quad (V = \text{varastokanta})$$

$$Q_1, Q_2, S_1, S_2 \geq 0$$

$$P_1, P_2, W_1, W_2 \geq 0$$

Funktioiden ominaisuudet oletetaan seuraavanlaisiksi:

$$t_S > 0, t_{SS} < 0$$

$$c_Q > 0, c_{QQ} > 0$$

$$i_{\Delta V} > 0, i_{\Delta V \Delta V} > 0$$

Päätösmuuttujia ovat S- ja Q-muuttujat. Muuttuja p ratkeaa simultaanisesti S:n kanssa, koska oletetaan annettu laskeva kysyntäkäyrä.

1. kertaluvun ehdot (ks. esim Chiang, s. 376 - 382):

$$\Pi_{S_1} : t_{1S} + i_{1S} - \gamma = 0$$

$$\Pi_{S_2} : R t_{2S} - \gamma = 0$$

$$\Pi_{Q_1} : -c_{1Q} - i_{1Q} + \gamma = 0$$

$$\Pi_{Q_2} : -R c_{2Q} + \gamma = 0$$

$$\Pi_{\gamma} : Q_1 + Q_2 - S_1 - S_2 = 0$$

Eksogeenisten tekijöiden muutosten vaikutussuunnat päätösmuuttujiin voiton maksimointiehtojen vallitessa voidaan johtaa implisiittifunktioiden kokonaisderivointitekniikan avulla. Menetelmässä ensimmäisen kertaluvun ehdoista muodostetaan kerroinmatriisi (nk. Hessin matriisi). Kunkin kerroinmatriisin alkio kertoo vastaavan endogeenisen vektorin alkion muutoksen, kun eksogeenisten vektorissa tapahtuu tietynsuuruinen muutos. Kunkin eksogeenisen tekijän muutoksen vaikutus tiettyyn endogeeniseen muuttujaan ratkaistaan Cramerin säännön avulla (ks. lähemmin Chiang, s. 373 - 401).

Reunustettu Hessin matriisi Ω (Chiang, s. 385 - 390):

$$\Omega = \begin{vmatrix} t_{1SS} - i_{1SS} & 0 & i_{1SQ} & 0 & -1 \\ 0 & Rt_{2SS} & 0 & 0 & -1 \\ i_{1SQ} & 0 & -(c_{1QQ} + i_{1QQ}) & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & -Rc_{2QQ} & 1 \\ -1 & -1 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

$$= -R^2 t_{2SS} c_{2QQ} (c_{1QQ} - t_{1SS}) + R(c_{2QQ} - t_{2SS})(-t_{1SS} c_{1QQ} - t_{1SS} i_{1SQ} + i_{1SQ} c_{1QQ}) > 0$$

Lasketaan esimerkin vuoksi 2. periodin tuotantokustannusodotuksissa tapahtuvan muutoksen dw_2 vaikutus ensimmäisen periodin myyntisuunnitelmiin dS_1 . Tarvittava w_2 :n eksogeeninen vektori saadaan derivoimalla ensimmäisen kertaluvun ehdot w_2 :n suhteen. Kun implisiittifunktiosääntöä sovellettaessa eksogeenisten vektori siirretään yhtälön toiselle puolelle (alkioiden merkit muuttuvat, Chiang, s. 224), saadaan w_2 :n suhteen eksogeeniseksi vektoriksi:

$$w_2 : \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ c_{2QW} \\ 0 \end{pmatrix}$$

Cramerin säännön (Chiang, s. 116 - 119) avulla¹ saadaan ds_1/dw_2 :

$$\Omega^{-1} \times \begin{vmatrix} 0 & 0 & i_{1SQ} & 0 & -1 \\ 0 & Rt_{2SS} & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & -(c_{1QQ} + i_{1QQ}) & 0 & 1 \\ c_{2QW} & 0 & 0 & -Rc_{2QQ} & 1 \\ 0 & -1 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

$$= \Omega^{-1} R^2 (-c_{2QQ}) (t_{2SS} i_{1SQ} - t_{2SS} c_{1QQ} - t_{2SS} i_{1SQ}) < 0$$

Soveltamalla vuorotellen kaikkien eksogeenisten tekijöiden vektoreita Hessin matriisiin ao. pystyvektoreihin saadaan kunkin eksogeenisen tekijän vaikutussuunta tiettyyn endogeeniseen muuttujaan nähden.

Eksogeenisten pystyvektorit ovat seuraavat:

| t_1 | t_2 | w_1 | w_2 | r_1 |
|-------|-------|-----------|-----------|------------|
| -1 | 0 | 0 | 0 | $-i_{1Sr}$ |
| 0 | -1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | c_{1QW} | 0 | i_{1Sr} |
| 0 | 0 | 0 | c_{2QW} | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Kun lisäksi vastaavat vaikutukset varaston muutoksiin lasketaan erotuksina (esim. $\frac{dQ_1}{dw_1} - \frac{dS_1}{dw_1}$) saadaan seuraavanlainen taulukko eksogeenisten muuttujien vaikutuksesta endogeenisiin:

¹Itse asiassa tulon oikeanpuoleisissa matriisissa on Hessin matriisin ensimmäinen pystyvektori (S_1 :tä vastaava) korvattu w_2 :n vektorilla.

TAULUKKO A.1.

Eksogeenisten tekijöiden muutosten vastaava vaikutussuunta
endogeenisiin yhtälön (A.1) voitonmaksimointiehtojen vallitessa

| eksog. | t_1 | t_2 | w_1 | w_2 | r_1 |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| endog. | | | | | |
| S_1 | + | - | - | - | + |
| S_2 | - | + | - | - | - |
| Q_1 | + | + | - | + | - |
| Q_2 | + | + | + | - | + |
| $Q_1 - S_1$ | - | + | - | + | - |

2 Kustannusten minimointi 2-periodimallissa

Yritys minimoi kustannukset seuraavan voittoyhtälön rajoissa:

$$(A.2) \quad \Pi_b = p_1 S_1 + R p_2 S_2 - c(Q_1, w_1) - Rc(Q_2, w_2) \\ - i(Q_1 - S_1, r_1) - \gamma(Q_1 + Q_2 - S_1 - S_2)$$

Päätösmuuttujat ovat Q_1 ja Q_2 .

1. kertaluvun ehdot:

$$\Pi_{Q_1} : -c_{Q_1} - i_{Q_1} + \gamma = 0$$

$$\Pi_{Q_2} : -Rc_{Q_2} + \gamma = 0$$

$$\Pi_{\gamma} : Q_1 + Q_2 - S_1 - S_2 = 0$$

Reunustettu Hessin matriisi:

$$\begin{vmatrix} -(c_{QQ} + i_{QQ}) & 0 & 1 \\ 0 & -Rc_{QQ} & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

$$= (1+R)c_{QQ} + i_{QQ} > 0$$

Eksogeenisten vektorit:

| S_1 | S_2 | w_1 | w_2 | r_1 | r_ρ |
|-----------|-------|----------|-----------|----------|------------------|
| $-i_{QS}$ | 0 | c_{Qw} | 0 | i_{Qr} | i_{Qr} |
| 0 | 0 | 0 | Rc_{Qw} | 0 | $-R^2 c_{Q\rho}$ |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |

r_1 = diskonttaustekijä vakio, varastojen yksikkökustannukset määräytyvät itsenäisesti

r_ρ = diskonttaustekijä ja varastojen yksikkökustannukset samat (eivät vakioita)

TAULUKKO A.2.

Eksogeenisten tekijöiden muutosten vastaava vaikutussuunta endogeenisiin yhtälön (A.2) voiton maksimointiehtojen vallitessa

| | eksog. | S_1 | S_2 | w_1 | w_2 | r_1 | r_p |
|-------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| endog. | | | | | | | |
| Q_1 | | + | + | - | + | - | - |
| Q_2 | | + | + | + | - | + | + |
| $Q_1 - S_1$ | | - | + | - | + | - | - |

S_1 :n vaikutussuunta ($Q_1 - S_1$):een on saatu seuraavasti:

$$\text{Määr.} : dV_1 = dQ_1 - dS_1$$

$$\frac{dV_1}{dS_1} = \frac{dQ_1}{dS_1} - 1$$

Ratkaisevaa (dV_1/dS_1):n etumerkille on, onko (dQ_1/dS_1) ykköstä pienempi vai suurempi.

$$\frac{dQ_1}{dS_1} = \frac{Rc_{QQ} + i_{QQ}}{(1+R)c_{QQ} + i_{QQ}} < 1$$

Tästä nähdään, että S_1 :n vaikutussuunta varastoinvestointeihin on negatiivinen.

3 Kustannusten minimointi 3-periodimallissa

Yritys minimoi kustannukset seuraavan voittoyhtälön rajoissa:

$$(A.3) \quad \begin{aligned} \Pi_C = & p_1 S_1 + R p_2 S_2 + R^2 p_3 S_3 - c(Q_1, w_1) - R c(Q_2, w_2) \\ & - R^2 c(Q_3, w_3) - i(Q_1 - S_1, r) - R i(Q_2 - S_2, r) \\ & + \mu(Q_1 + Q_2 + Q_3 - S_1 - S_2 - S_3) \end{aligned}$$

Päätösmuuttujat ovat Q_1 , Q_2 ja Q_3 .

1. kertaluvun ehdot:

$$\Pi_{Q_1} : -c_Q - i_Q + \mu = 0$$

$$\Pi_{Q_2} : -R c_Q - R i_Q + \mu = 0$$

$$\Pi_{Q_3} : -R^2 c_Q + \mu = 0$$

$$\Pi_\mu : Q_1 + Q_2 + Q_3 - S_1 - S_2 - S_3 = 0$$

Reunustettu Hessin matriisi:

$$\begin{vmatrix} -(c_{QQ} + i_{QQ}) & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -R(c_{QQ} + i_{QQ}) & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -R^2 c_{QQ} & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

$$= -R(c_{QQ} + i_{QQ})((1 + R^2)c_{QQ} + i_{QQ}) < 0$$

Eksogeenisten vektorit:

| S_1 | S_2 | S_3 | w_1 | w_2 | w_3 | r | r_1 | r_2 |
|-----------|------------|-------|----------|-----------|--------------|-----------|----------|-----------|
| $-i_{QS}$ | 0 | 0 | c_{QW} | 0 | 0 | i_{Qr} | i_{Qr} | 0 |
| 0 | $-Ri_{QS}$ | 0 | 0 | Rc_{QW} | 0 | Ri_{Qr} | 0 | Ri_{Qr} |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $R^2 c_{QW}$ | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

$$r : r_1 = r_2$$

TAULUKKO A.3.

Eksogeenisten tekijöiden muutosten vastaava vaikutussuunta endogeenisiin yhtälön (A.3) voiton maksimointiehtojen vallitessa

| | eksog. | S_1 | S_2 | S_3 | w_1 | w_2 | w_3 | r | r_1 | r_2 |
|-------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|-------|
| endog. | | | | | | | | | | |
| Q_1 | | + | + | + | - | + | + | - | - | + |
| Q_2 | | + | + | + | + | - | + | - | + | - |
| Q_3 | | + | + | + | + | + | - | + | + | + |
| $Q_1 - S_1$ | | - | + | + | - | + | + | - | - | + |
| $Q_2 - S_2$ | | + | - | + | + | - | + | - | + | - |

Varastojen lähtötason (V_0) vaikutuksen selvittämiseksi kirjoitetaan voittoyhtälö seuraavasti:

$$(A.3b) \quad \begin{aligned} \Pi_V = & p_1 S_1 + R p_2 S_2 + R^2 p_3 S_3 - c(Q_1, w_1) - Rc(Q_2, w_2) \\ & - R^2 c(Q_3, w_3) - i(V_0 + Q_1 - S_1, r_1) \\ & - Ri(V_0 + Q_1 - S_1 + Q_2 - S_2, r_2) + \mu(V_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 - S_1 - S_2 - S_3) \end{aligned}$$

1. kertaluvun ehdot:

$$\Pi_{Q_1} : -c_Q - (1+R)i_Q + \mu = 0$$

$$\Pi_{Q_2} : -Rc_Q - Ri_Q + \mu = 0$$

$$\Pi_{Q_3} : -R^2 c_Q + \mu = 0$$

$$\Pi_\mu : V_0 + Q_1 + Q_2 + Q_3 - S_1 - S_2 - S_3 = 0$$

Reunustettu Hessin matriisi:

$$\begin{vmatrix} -(c_{QQ} + (1+R)i_{QQ}) & -Ri_{QQ} & 0 & 1 \\ -Ri_{QQ} & -R(c_{QQ} + i_{QQ}) & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -R^2 c_{QQ} & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix}$$

$$= -R(1+R+R^2)c_{QQ}^2 - R(2+2R)i_{QQ}c_{QQ} - i_{QQ}^2 < 0$$

V_0 :n eksogeeninen vektori:

$$\begin{pmatrix} (1+R)i_{QV} \\ Ri_{QV} \\ 0 \\ -1 \end{pmatrix}$$

Ratkaisuna saadaan V_0 :n negatiivinen vaikutus varastoinvestointeihin sekä 1. että 2. periodilla.

4 Kustannusten minimointi 3-periodimallissa, likviditeettirajoitus 1. periodilla

Oletetaan, että 1. periodilla on seuraava likviditeettirajoitus:

$$c(Q_1, w_1) + i(Q_1 - S_1, r_1) - p_1 S_1 < L_1$$

L_1 = yrityksen kannalta maksimaalinen nettoluotonotto periodilla 1

Maksimoitavaksi voittoyhtälöksi saadaan tällöin

$$(A.4) \quad \Pi_1 = \Pi_c + \varepsilon(L_1 + p_1 S_1 - c(Q_1, w_1) - i(Q_1 - S_1, r_1))$$

1. kertaluvun ehdot:

$$\Pi_{Q_1} : -c_Q - i_Q + \mu - \varepsilon(c_Q + i_Q) = 0$$

$$\Pi_{Q_2} : -Rc_Q - Ri_Q + \mu = 0$$

$$\Pi_{Q_3} : -R^2 c_Q + \mu = 0$$

$$\Pi_\mu : Q_1 + Q_2 + Q_3 - S_1 - S_2 - S_3 = 0$$

$$\Pi_\varepsilon : L_1 + p_1 S_1 - c - i = 0$$

Reunustettu Hessin matriisi:

$$\begin{vmatrix} -(1+\varepsilon)(c_{QQ} + i_{QQ}) & 0 & 0 & 1 & -(c_Q + i_Q) \\ 0 & -R(c_{QQ} + i_{QQ}) & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -R^2 c_{QQ} & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ -(c_Q + i_Q) & 0 & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

$$= -(c_Q + i_Q)^2 R((1+R)c_{QQ} + i_{QQ}) < 0$$

Eksogeenisten vektorit:

| S_1 | S_2 | S_3 | w_1 | w_2 | w_3 | r_1 | r_2 | L_1 |
|-----------------------|------------|-------|----------------------|-----------|-------------|----------------------|-----------|-------|
| $-(1+\epsilon)i_{QS}$ | $-Ri_{QS}$ | 0 | $(1+\epsilon)c_{QW}$ | 0 | 0 | $(1+\epsilon)i_{Qr}$ | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | Rc_{QW} | 0 | 0 | Ri_{Qr} | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | R^2c_{QW} | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| $-(p_1+i_S)$ | 0 | 0 | c_w | 0 | 0 | i_{Qr} | 0 | -1 |

TAULUKKO A.4.

Eksogeenisten tekijöiden muutosten vastaava vaikutussuunta endogeenisiin yhtälön (A.4) voiton maksimointiehtojen vallitessa

| | eksog. | S_1 | S_2 | S_3 | w_1 | w_2 | w_3 | r_1 | r_2 | L_1 |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | endog. | | | | | | | | | |
| Q_1 | | + | 0 | 0 | - | 0 | 0 | - | 0 | + |
| Q_2 | | + | + | + | + | - | + | + | - | - |
| Q_3 | | + | + | + | + | + | - | + | + | - |
| Q_1-S_1 | | -* | 0 | 0 | - | 0 | 0 | - | 0 | + |
| Q_2-S_2 | | + | - | + | + | - | + | + | - | - |

* ehdolla, että $p_1 < c_{Q_1}$

5 Kustannusten minimointi 3-periodimallissa, likviditeettirajoitus 2. periodilla

Oletetaan, että toisella periodilla on seuraava likviditeettirajoitus:

$$c(Q_2, w_2) + i(Q_2 - S_2, r_2) - p_2 S_2 < L_2$$

L_2 = yrityksen kannalta maksimaalinen nettoluotonotto periodilla 2

Maksimoitavaksi voittoyhtälöksi saadaan tällöin:

$$(A.5) \quad \Pi_2 = \Pi_c + \varepsilon R(L_2 + p_2 S_2 - c(Q_2, w_2) - i(Q_2 - S_2, r))$$

1. kertaluvun ehdot:

$$\Pi_{Q_1} : -c_Q - i_Q + \mu = 0$$

$$\Pi_{Q_2} : -Rc_Q - Ri_Q + \mu - \varepsilon R(c_Q + i_Q) = 0$$

$$\Pi_{Q_3} : -R^2 c_Q + \mu = 0$$

$$\Pi_\mu : Q_1 + Q_2 + Q_3 - S_1 - S_2 - S_3 = 0$$

$$\Pi_\varepsilon : R(L_2 + p_2 S_2 - c_2 - i_2) = 0$$

Reunustettu Hessin matriisi:

$$\begin{vmatrix} -(c_{QQ} + i_{QQ}) & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -(1+\varepsilon)(c_{QQ} + i_{QQ}) & 0 & 1 & -(c_Q + i_Q) \\ 0 & 0 & -c_{QQ} & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & -(c_Q + i_Q) & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}$$

$$= -(c_Q + i_Q)(c_Q + i_Q)(2c_{QQ} + i_{QQ}) < 0$$

Eksogeenisten vektorit:

| S_1 | S_2 | S_3 | w_1 | w_2 | w_3 | r_1 | r_2 | L_2 |
|-----------|------------------------|-------|-----------|-----------------------|--------------|----------|-----------------------|-------|
| $-i_{QS}$ | 0 | 0 | $-c_{QW}$ | 0 | 0 | i_{Qr} | 0 | 0 |
| 0 | $-R(1+\epsilon)i_{QS}$ | 0 | 0 | $R(1+\epsilon)c_{QW}$ | 0 | 0 | $R(1+\epsilon)i_{Qr}$ | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | $R^2 c_{QW}$ | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | $-R(p_2+i_S)$ | 0 | 0 | Rc_W | 0 | 0 | Ri_r | -R |

TAULUKKO A.5.

Eksogeenisten tekijöiden muutosten vastaava vaikutussuunta endogeenisiin yhtälön (A.5) voiton maksimointiehtojen vallitessa

| | eksog. | S_1 | S_2 | S_3 | w_1 | w_2 | w_3 | r_1 | r_2 | L |
|-----------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|
| | endog. | | | | | | | | | |
| Q_1 | | + | + | + | - | + | + | - | + | - |
| Q_2 | | 0 | + | 0 | 0 | - | 0 | 0 | - | + |
| Q_3 | | + | + | + | + | + | - | + | + | - |
| Q_1-S_1 | | - | + | + | - | + | + | - | + | - |
| Q_2-S_2 | | 0 | - | 0 | 0 | - | 0 | 0 | - | + |

* ehdolla, että $p_2 < c_{Q_2}$

VARASTOTILASTON RISTIINTAULUKOINTI, TEOLLISUUS

% - jak. (käyvin hinnoin) 31.12.1975

| Toimiala | Aineet-, tarv. sekä poltto- ja voiteluain. | Keskener. työt | Valmistet ja kauppatav. | Yht. |
|-----------------------|---|-------------------|-------------------------------|------|
| elintarv. + juoma | 4.1 | 0.4 | 3.3 | 7.8 |
| TEVANAKE | 1.0 | 1.2 | 1.8 | 4.1 |
| puutavara | 2.3 | 0.6 | 3.2 | 6.0 |
| massa + paperi | 7.3 | 0.5 | 5.2 | 13.0 |
| graafinen | 0.5 | 0.5 | 0.9 | 1.9 |
| kemia + kumi | 5.8 | 0.7 | 4.8 | 11.2 |
| savi-, lasi- + kivi | 0.5 | 0.4 | 0.8 | 1.8 |
| metallien perust. | 1.3 | 0.6 | 1.9 | 3.8 |
| metallituott.+ koneet | 3.3 | 9.4 | 2.8 | 15.5 |
| sähkötekkinen | 1.2 | 2.3 | 1.3 | 4.9 |
| kulkuneuvo | 2.2 | 4.7 | 0.9 | 7.8 |
| muu valm. | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.4 |
| erittelemätön | 7.2 | 7.1 | 7.6 | 21.8 |
| tehd. teoll. yht. | 36.7 | 28.5 | 34.8 | 100 |

% -jak. (käyvin hinnoin) 31.12.1980

| Toimiala | Aineet-, tarv. sekä poltto- ja voiteluain. | Keskener. työt | Valmistet ja kauppatav. | Yht. |
|----------------------|---|-------------------|-------------------------------|------|
| elintarv. + juoma | 3.6 | 0.6 | 3.6 | 7.8 |
| TEVANAKE | 1.4 | 1.7 | 2.4 | 5.5 |
| puutavara | 2.3 | 0.2 | 2.3 | 4.8 |
| massa + paperi | 6.1 | 0.5 | 4.3 | 10.9 |
| graafinen | 0.5 | 0.4 | 1.7 | 2.5 |
| kemia + kumi | 8.4 | 1.0 | 9.2 | 18.6 |
| savi-, lasi + kivi | 0.5 | 0.4 | 0.7 | 1.6 |
| metallien perust. | 0.2 | 1.5 | 2.5 | 6.0 |
| metallituott.+koneet | 3.0 | 6.5 | 3.2 | 12.7 |
| sähkötekkinen | 1.1 | 1.6 | 1.6 | 4.3 |
| kulkuneuvo | 1.7 | 4.7 | 1.3 | 7.6 |
| muu valm. | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 0.5 |
| erittelemätön | 6.1 | 5.6 | 5.5 | 17.2 |
| tehd. teoll. yht. | 36.8 | 24.6 | 38.6 | 100 |

TEOLLISUUDEN ENERGIAKUSTANNUKSET

Energiakustannustarkastelun lähtökohdan muodostavat kauppa- ja teollisuusministeriön energiatilastossa julkaistavat energiataseet vuosilta 1970, 1973, 1975, 1980, 1981 ja 1982. Energiatilastossa on muun muassa esitetty teollisuuden käyttämä energia energialähteittäin ekvivalenteiksi öljytonneiksi muunnettuna. Yleisimmät teollisuuden käyttämät energialähteet ovat öljytuotteet, sähkö sekä puu ja erilaiset prosessijätteet. Hiili ja erilaiset kaasut ovat energialähteinä seuraavaksi merkityksekkäimpiä. Öljytuotteista raskas polttoöljy on pääasiallinen energialähde (taulukko 2.1).

Energiataseen painojakaamaa on käytetty liukuvasti eri energiamuotojen hintaindeksien yhteenpainottamisessa. Puuttuvat havainnot on lineaarisesti interpoloitu. 1960-luvun tietoihin on sovellettu 1970-luvun painojakaamaa, joka antanee suhteellisen luotettavan kuvan 1960-luvun energiataloudellisesti stabiileissa oloissa.

Sähkön hintana on käytetty Imatran Voiman suurteollisuudelle myymän sähkön keskihintaa (edustaa noin 80%:a teollisuuden ostosähkön kuluksista). Luvut on saatavissa neljännesvuosittain vuosilta 1973 - 1983. Sitä edeltävältä ajalta on käytettävissä vain vuositietoja, jotka on interpoloitu lineaarisesti neljännesvuosihavainnoiksi.

Raskaan ja kevyen polttoöljyn kuluttajahinnoista on neljännesvuosittaiset tiedot saatavissa vuodesta 1960 lähtien. Hiilestä on kuluttajan maksama lämpöhinta (mk/Gcal) olemassa neljännesvuosittain vuodesta 1975 lähtien. Sitä edeltävältä ajalta on saadut puolivuositiedot interpoloitu lineaarisesti neljännesvuosisarjaksi. Maakaasun hinta on saatavissa neljännesvuositietona sen käyttöönottovuodesta 1974 lähtien.

Muista energialähteistä tuotantojätteistä aikaansaatu energia näyttelee pääosaa. Näiden hinta on laskennallinen, joten tässä joudutaan turvautumaan vaihtoehtoiskustannuslähestymistapaan. Täsmällisen substituutin puutteessa lienee paras ratkaisu käyttää tämän erän hintaproxya edellä olevien energiamuotojen hintojen keskiarvoa.

Kuviossa 2.1 on nähtävissä näin laskettu teollisuuden neljännesvuositainen energian hintaindeksisarja. Kuvioissa 2.2 a ja b on indeksi vuositasonle muutettuna esitetty yhdessä parin aiemmin laaditun teollisuuden energiahintojen vuosi-indeksin kanssa. Nämä kolme eri indeksii eivät näytä mainittavasti eroavan toisistaan.

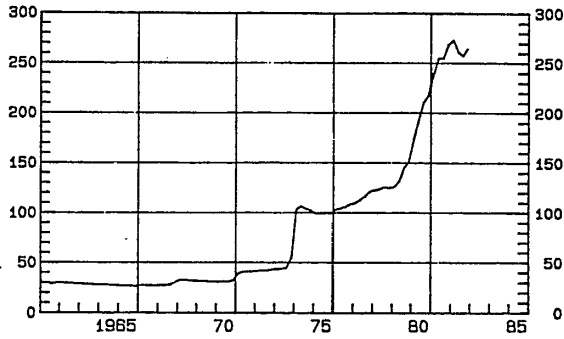
Taulukko 2.1 TEOLLISUUDEN ENERGIAN KULUTUS (Lähde: KTM:n energiatase)

% - jakauma

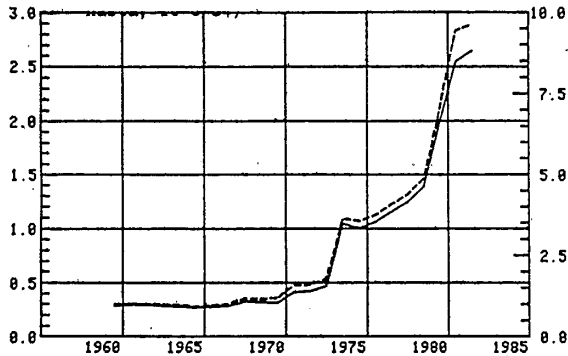
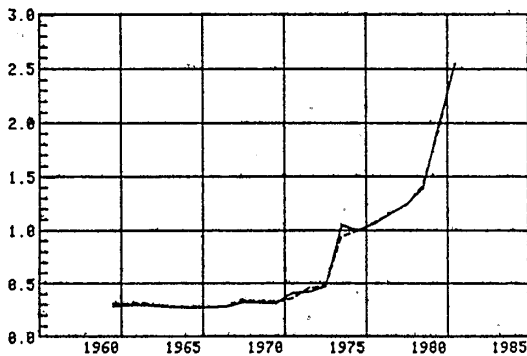
| | Hiili | Turve | Puu + jätteet | Öljy- tuotteet | Kaasu-, kaukolämpö ym. | Sähkö | Yht. |
|------|-------|-------|------------------|-------------------|------------------------------|-------|------|
| 1970 | 5.6 | 0.3 | 27.3 | 44.7 | 2.5 | 19.9 | 100 |
| 1973 | 6.7 | 0.3 | 25.4 | 44.8 | 2.6 | 20.3 | 100 |
| 1975 | 7.6 | 0.0 | 22.5 | 39.3 | 8.2 | 22.5 | 100 |
| 1980 | 7.9 | 1.8 | 24.2 | 32.2 | 9.3 | 24.7 | 100 |
| 1981 | 8.3 | 2.2 | 24.6 | 32.1 | 8.2 | 24.6 | 100 |
| 1982 | 8.8 | 2.7 | 23.8 | 30.9 | 8.7 | 25.2 | 100 |

KUVIO 2.1

TEOLLISUUDEN ENERGIAN HINTAINDEKSI, 1975=100, NV.



KUVIO 2.2

TEOLLISUUDEN KÄYTTÄMÄN ENERGIAN HINTAINDEKSIEN
VERTAILUJA VUOSIHAVAINTOINA, 1975=1a) Teollisuuden energian hintaindeksi/J.Pesola
Teollisuuden energian hintaindeksi/P.Pikkarainen 1)b) Teollisuuden energian hintaindeksi/J.Pesola
Teollisuuden energian hintaindeksi/H.Tarkka 2)

- 1) Pentti Pikkarainen, Teollisuuden energian kysynnästä, TTY 8/1984 (Suomen Pankki)
 2) Helena Tarkka, The Factor Proportions and Technical Change in Finnish Manufacturing, TeSKU, Erillisselvityksiä 8/1983

TEOLLISUUDEN TUOTANTOKUSTANNUSINDEKSIN (CT:Q) PAINOT
 (Lähde: panos - tuotos - tilinpito)

| | 1960* | 1970 | 1980 |
|---------------|-------|-------|-------|
| Maatalous | 20.0 | 16.9 | 12.2 |
| Metsätalous | 13.0 | 11.4 | 9.0 |
| Tuonti | 25.0 | 31.0 | 36.3 |
| Palkat + SOTU | 37.0 | 36.7 | 36.9 |
| Energia | 5.0 | 4.0 | 5.6 |
| | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

* arvioitu vuosien 1959 ja 1965 lukujen perusteella

SELITTÄVIEN MUUTTUJIEN ARIMA-ODOTUKSIA GENEROIVAT YHTÄLÖT:

$$(4.1) \quad \begin{matrix} (1+0.484B)y_t + 0.016 = (1-0.163B^4)a_t \\ (5.4) \quad \quad \quad (4.7) \end{matrix}$$

jossa

$$y = (1-B)\Delta \log S_A$$

Q(15) = 23.1 (merkitsevyytaso 8.3 %)

$$(4.2) \quad \begin{matrix} (1+0.420B)y_t = -0.017 \\ (4.3) \quad \quad \quad (4.0) \end{matrix}$$

jossa

$$y = (1-B)\Delta \log S_B$$

Q(15) = 10.44 (merkitsevyytaso 79.2 %)

$$(4.3) \quad \begin{matrix} (1-0.434B)y_t = -0.013 \\ (4.6) \quad \quad \quad (4.3) \end{matrix}$$

jossa

$$y = (1-B)\Delta \log w$$

Q(16) = 12.59 (merkitsevyytaso 70.3 %)

$$(4.4) \quad \begin{matrix} (1+.25B-.12B^2-.45B^3-.37B^4)p_t = .003 + (1-.41B^8)a_t \\ (2.5)(1.2) (5.0) (3.7) \quad \quad \quad (1.9) \quad (4.0) \end{matrix}$$

jossa

$$p_t = (1-B)\log_e(\text{BKT:n deflaattori})$$

Q(12) = 10.1 (merkitsevyytaso 61 %)

$$(4.5) \quad \begin{matrix} (1-.18B^3)q_t = .01 + (1-.27B^{12})a_t \\ (1.7) \quad \quad \quad (5.3) \quad \quad \quad (2.6) \end{matrix}$$

jossa

$$q_t = (1-B)\log_e(\text{kiinteähintainen teollisuustuotannon bruttokasvu})$$

Q(15) = 9.8 (merkitsevyytaso 83 %)

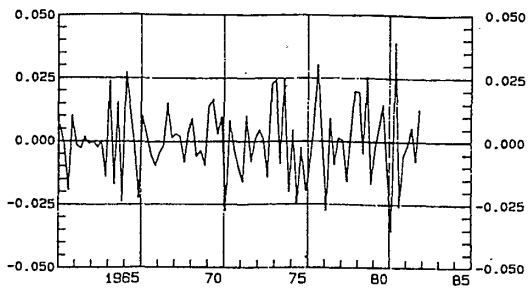
ARIMA-odotukset

Arima-odotukset kuluvalle periodille on laskettu estimoitujen ARIMA-mallien sovitteina. Pitemmän aikavälin odotukset on saatu painottamalla yhteen tulevien neljännessen ARIMA-ennusteet seuraavin painoin:

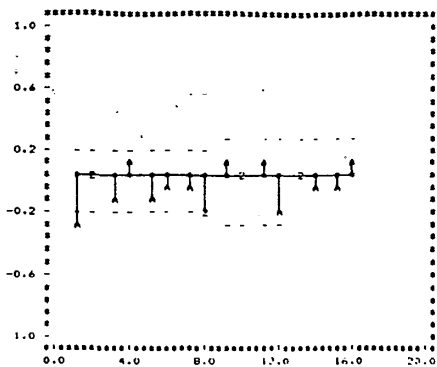
| | | | | | | | | |
|------------|----|----|-----|----|------|-----|------|------|
| neljännes: | 0 | +1 | +2 | +3 | +4 | +5 | +6 | +7 |
| paino : | .4 | .2 | .15 | .1 | .075 | .05 | .025 | .000 |

Kuvio 4.1.

YRITYSSEKTORIN VARASTOKANNAN LOG. 2. DIFFERENSSI

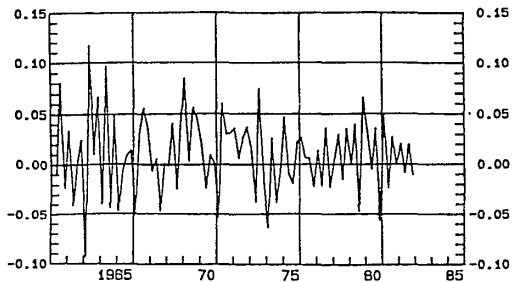


KUVIO 4.2. Yrityssektorin varastokannan logaritmissen toisen differenssin autokorrelaatiofunktio



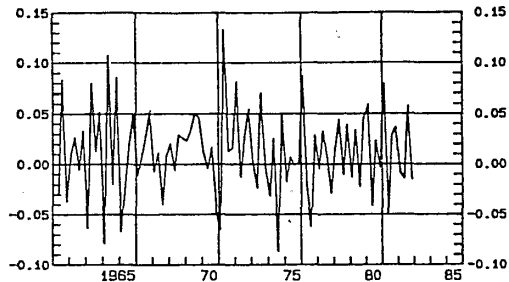
Kuvio 4.3.

MYNNIN Sa LOGARITMINEN DIFFERENSSI



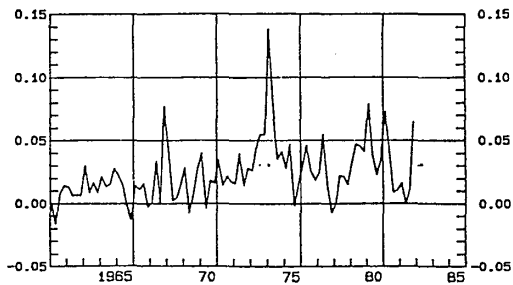
Kuvio 4.4.

MYNNIN Sb LOGARITMINEN DIFFERENSSI

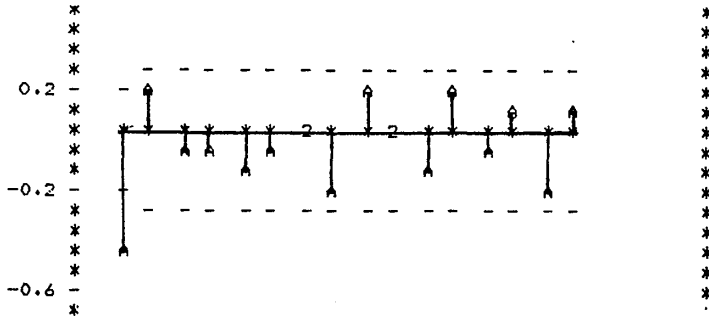


Kuvio 4.5.

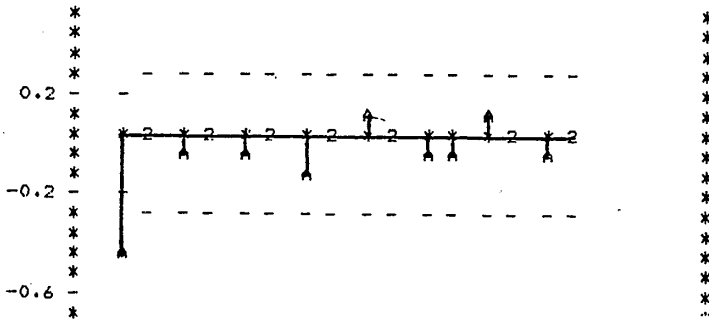
TEOLLISUUDEN TUOTANTOKUSTANNUSTEN LOG.DIFFERENSSI



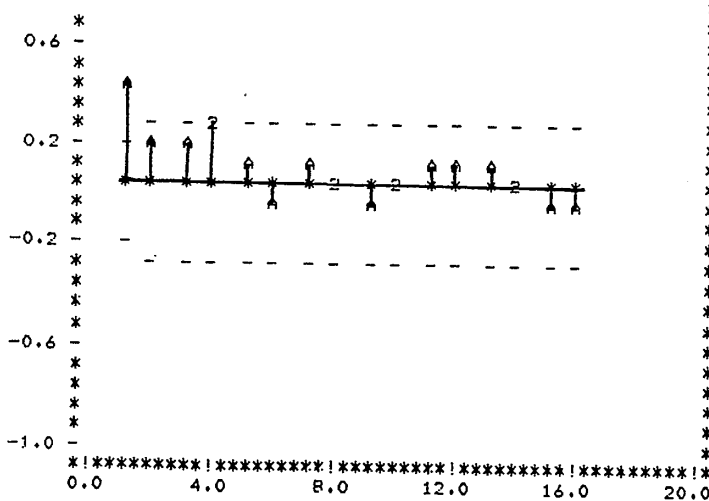
KUVIO 4.6 Myynnin S_A logaritmisen differenssin autokorrelaatiofunktio



KUVIO 4.7 Myynnin S_B logaritmisen differenssin autokorrelaatiofunktio

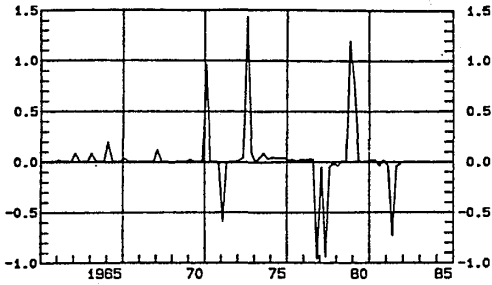


KUVIO 4.8 Teollisuuden tuotantokustannusten logaritmisen differenssin autokorrelaatiofunktio



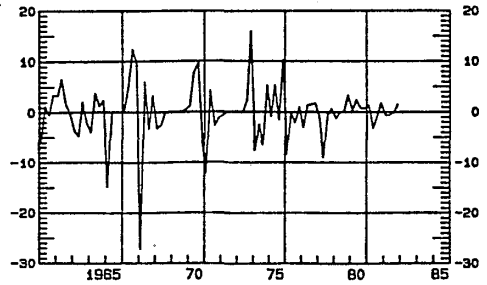
Kuvio 4.9.

RAHALAITOSTEN ANTOLAINAUKSEN KESKIKORON DIFFERENSSI



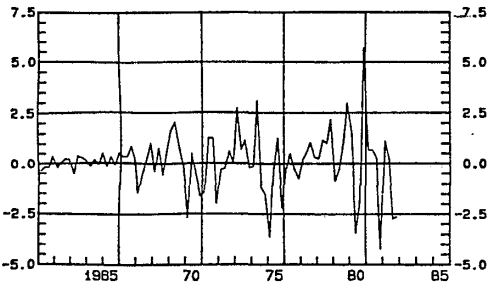
Kuvio 4.10.

PANKKIEN KESKUSPANKKIVELAN MARG.KUST. DIFFERENSSI



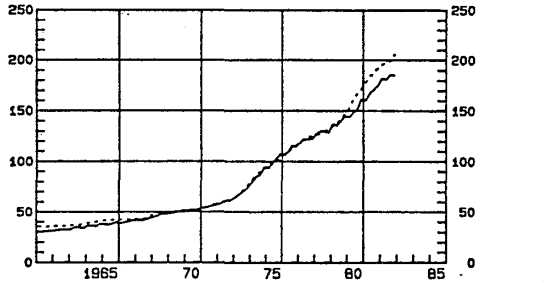
Kuvio 4.11.

3 KK: N EURODOLLARIKORON DIFFERENSSI



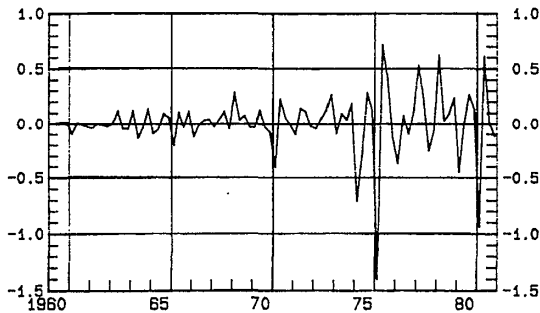
Kuvio 4.12.
HINTAMUUTUJAT

BKT-deflaattori, 1975=100
Tukkuhinta-indeksi, 1975=100



KUVIO 4.13.

YRIT.NETTOKASSAVIRTA*VARASTOJEN ALIARV.SUHDE, LOG.DIFF.



PNS-ODOTUSTEN GENEROINTI

Tässä on esimerkin vuoksi esitetty PNS-odotuksia generoivat estimoidut regressioyhtälöt kuluvalle periodille. Vastaavat odotukset tuleville neljänneksille on laskettu samankaltaisina sovitteina kullekin leadille. Lopuksi sovitteet on painotettu yhteen seuraavin painoin:

| | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| neljännes: | 0 | +1 | +2 | +3 | +4 | +5 | +6 | +7 |
| paino : | .174 | .163 | .141 | .128 | .114 | .103 | .093 | .083 |

Muuttujien symbolit:

YRMY3.U = myynti S_A

YRMY4.U = myynti S_B

CT.Q = teoll. tuotantokustannukset

BT4.UL = teollisuuden tuotannon bruttoarvo

V1Q.QK = yrityssektorin varastokanta

REUD.U = eurodollarikorko

PGDPF.U = BKT:n deflaattori

PMFR.U = raaka-aineiden tuontihinnat

1. Myynti S_A

CONTROL INFORMATION

NUMBER OF OBSERVATIONS 92
 RESPONSE VARIABLE LN(YRMY3.U)
 ESTIMATION PERIOD Q1 1960 TO Q4 1982

| VARIABLE | COEFFICIENT | S.E. COEF. | T | TPROB | BETA |
|-------------------------|----------------|-------------|----------|------------------|-----------|
| CONSTANT | -.462748E+01** | 1.32687 | -3.48753 | 0.9992 | 0. |
| REUD.U | .174065E-01** | .289348E-02 | 5.81479 | 1.0000 | 0.2293 |
| LN(CT.Q) | -.854465E+00** | 0.134889 | -6.33460 | 1.0000 | 2.041 |
| LN(PGDFF.U) | .112686E+01** | 0.155865 | 7.22970 | 1.0000 | 2.339 |
| LN(VIQ.QK) | .845313E+00** | 0.125066 | 6.75891 | 1.0000 | 0.4973 |
| RESIDUAL SUM OF SQUARES | 0.3619 | | | S.E. OF ESTIMATE | .6449E-01 |
| LOG LIKELIHOOD FUNCTION | 124.2 | | | CONDITION NUMBER | 2750. |
| DURBIN-WATSON | 0.8821 | | | RHO (DIAGNOSTIC) | 0.5463 |
| F(4, 87) | 430.3 | | | F PROBABILITY | 1.000 |
| R-SQUARED | 0.9519 | | | ADJ. R-SQUARED | 0.9497 |

2. Myynti S_B

CONTROL INFORMATION

NUMBER OF OBSERVATIONS 88
 RESPONSE VARIABLE LN(YRMY4.U)
 ESTIMATION PERIOD Q1 1961 TO Q4 1982

| VARIABLE | COEFFICIENT | S.E. COEF. | T | TPROB | BETA |
|-------------------------|----------------|-------------|----------|------------------|-----------|
| CONSTANT | -.443005E+01** | 1.45486 | -3.04501 | 0.9969 | 0. |
| REUD.U | .197992E-01** | .319467E-02 | 6.19759 | 1.0000 | 0.2312 |
| LN(CT.Q) | -.776746E+00** | 0.159154 | -4.88046 | 1.0000 | -1.625 |
| LN(PGDFF.U) | .111304E+01** | 0.184104 | 6.04571 | 1.0000 | 2.004 |
| LN(VIQ.QK) | .838515E+00** | 0.131635 | 6.37001 | 1.0000 | 0.4287 |
| RESIDUAL SUM OF SQUARES | 0.3823 | | | S.E. OF ESTIMATE | .6786E-01 |
| LOG LIKELIHOOD FUNCTION | 114.4 | | | CONDITION NUMBER | 2827. |
| DURBIN-WATSON | 0.8891 | | | RHO (DIAGNOSTIC) | 0.5551 |
| F(4, 83) | 475.5 | | | F PROBABILITY | 1.000 |
| R-SQUARED | 0.9582 | | | ADJ. R-SQUARED | 0.9562 |

3. Teollisuuden tuotantokustannukset

CONTROL INFORMATION
 NUMBER OF OBSERVATIONS 92
 RESPONSE VARIABLE LN(CT,U)
 ESTIMATION PERIOD Q3 1960 TO Q4 1982

| VARIABLE | COEFFICIENT | S.E. COEF. | T | TPROB | BETA |
|-------------------------|------------------------|------------------|----------|-----------|-----------|
| CONSTANT | -.505172E+01**0.757771 | | -6.66656 | 1.0000 | 0. |
| REUD,U | .118695E+01** | .193915E-02 | 6.12090 | 1.0000 | .6545E-01 |
| LN(YRMY3,U) | -.369407E+00** | .583158E-01 | -6.33460 | 1.0000 | -.1547 |
| LN(PGDPF,U) | .118040E+01** | .282421E-01 | 41.7957 | 1.0000 | 1.026 |
| LN(VIQ,QK) | .292630E+00** | .965857E-01 | 3.02975 | 0.9968 | .7208E-01 |
| RESIDUAL SUM OF SQUARES | 0.1564 | S.E. OF ESTIMATE | | .4240E-01 | |
| LOG LIKELIHOOD FUNCTION | 162.8 | CONDITION NUMBER | | 2880. | |
| DURBIN-WATSON | 0.9303 | RHO (DIAGNOSTIC) | | 0.5363 | |
| F(4, 87) | 8943. | F PROBABILITY | | 1.000 | |
| R-SQUARED | 0.9964 | ADJ. R-SQUARED | | 0.9962 | |

4. Teollisuuden tuotannon bruttoarvo

CONTROL INFORMATION
 NUMBER OF OBSERVATIONS 89
 RESPONSE VARIABLE LN(BT4,UL)
 ESTIMATION PERIOD Q3 1960 TO Q3 1982

| VARIABLE | COEFFICIENT | S.E. COEF. | T | TPROB | BETA |
|-------------------------|------------------------|------------------|----------|-----------|--------|
| CONSTANT | -.279960E+01**0.599012 | | -4.57369 | 1.0000 | 0. |
| REUD,U | .106080E-01** | .198981E-02 | 5.33115 | 1.0000 | 0.1191 |
| LN(YRMY3,U) | .611948E+00** | .652578E-01 | 12.4422 | 1.0000 | 0.6665 |
| LN(PGDPF,U) | .139373E+00** | .606951E-01 | 2.29629 | 0.9758 | 0.2398 |
| LN(VIQ,QK) | .405381E+00** | .801251E-01 | 5.06310 | 1.0000 | 0.1991 |
| LN(PMFR,U) | -.999906E+01** | .433773E-01 | -2.30514 | 0.9763 | -.1988 |
| RESIDUAL SUM OF SQUARES | .8971E-01 | S.E. OF ESTIMATE | | .3288E-01 | |
| LOG LIKELIHOOD FUNCTION | 180.3 | CONDITION NUMBER | | 2895. | |
| DURBIN-WATSON | 1.103 | RHO (DIAGNOSTIC) | | 0.4044 | |
| F(5, 83) | 1655. | F PROBABILITY | | 1.000 | |
| R-SQUARED | 0.9911 | ADJ. R-SQUARED | | 0.9906 | |

JOUSTAVAN AKSELERAATION MALLI:
 ADAPTIIVISET ODOTUKSET KULUVALLE PERIODILLE (t)
 PNS-ODOTUKSET PITKÄN AIKAVÄLIN PERIODILLE (P)

Tässä on ongelmaa lähestytty olettamalla ainoastaan lyhyen aikavälin odotusten (periodi 1) määräytyvän ad hoc -odotusten perusteella. Pitkän aikavälin (periodi 2) odotukset määräytyvät esimerkiksi jonkin rationaalisten odotusten proxyn mukaisesti.

Kokeilumielessä on lähdetty liikkeelle joustavan akseleraation kehikosta:

$$(6.1) \quad \Delta V_t = a(V_t^* - V_{t-1}) + m(S_t^e - S_t) + n(Q_t - Q_t^s)$$

missä haluttujen varastojen

$$(6.2) \quad V_t^* = b_0 - b_1 S_t^e + b_2 S_p^e - b_3 w_t^e + b_4 w_p^e - b_5 r_t^e + b_6 L_t + b_7 \Delta V_{t-1} + (1-b_8) V_{t-1}$$

määräytymisen on oletettu tapahtuvan samoin perustein kuin intertemporaalisessa voiton maksimoinnissa (symbolit ovat samat kuin yhtälössä (45)).

Adaptiivisiin odotuksiin sovellettuina esimerkiksi periodin 1 myyntiodotukset S_t^e määräytyvät kaavasta:

$$(6.3) \quad S_t^e = g S_{t-1} + (1-g) S_{t-1}^{e(-1)}$$

jossa
 $S_{t-1}^{e(-1)}$ = periodin t-1 alun myyntiodotukset periodille t-1

Kun tätä kaavaa sovelletaan yhtälöön (6.1) ja oletetaan myyntiodotusten S_p^e :n määräytyvän esim. PNS-odotuksina sekä muiden muuttujien odotusten periodille t olevan täydellisen ennakkotiedon mukaisia, saadaan estimoitavaksi yhtälöksi seuraava:

$$(6.4) \quad \Delta V_t = d_2 S_p^e - m S_t + (g d_1 + m) S_{t-1} + d_3 \Delta w_t - d_3 g w_{t-1} \\ + d_5 \Delta r_t - d_5 g r_{t-1} + d_6 \Delta L_t - d_6 g L_{t-1} \\ + (d_7 + 1 - g - a) \Delta V_{t-1} - (g a + d_7 (1 - g)) V_{t-2} \\ + n (\Delta(Q_t - Q_t^S))$$

jossa

$$d_i = a b_i$$

Suoraan yhtälöstä (6.4) voidaan identifioida ainoastaan myynti- ja tuotantoylläytysten kertoimet (m ja n). Muiden selville saaminen edellyttää epälineaarista estimointia.

Vastaavasti myyntimuuttujaan sovellettuna ekstrapolatiivisten odotusten kaava

$$(6.5) \quad S_t = k S_{t-1} + l \Delta S_{t-1}$$

tuottaa hieman yksinkertaisemman estimoitavan yhtälön varastoinvestoinneille:

$$(6.6) \quad \Delta V_t = d_2 S_p^e + m S_t + (k+1)(a-m) S_{t-1} - l(a-m) S_{t-2} + d_3 w_t \\ + d_5 r_t + d_6 L_t + d_7 \Delta V_{t-1} - a V_{t-1} + n (Q_t - Q_t^S)$$

jossa

$$d_i = a b_i$$

Estimointitulokset on esitetty taulukoissa 6.1 ja 6.2.

TAULUKKO 6.1 Yrityssektorin varastoinvestoinnit, ΔV (muuttujat logaritmisia). Adaptiiviset myyntiodotukset periodille 1, muutoin PNS-odotukset. Estimointiperiodi 1962.3 - 1981.4

| Yhtälö- nro | S_P^e | S_t | S_{t-1} | Δw_t | w_{t-1} | Δr_t | r_{t-1} | ΔL_t | L_{t-1} | ΔV_{t-1} | V_{t-2} | $(Q_t - Q_t^S)$ | $\Delta(Q_t - Q_t^S)$ | DW | D(h) | R^2 |
|----------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|-------|-------|--------|
| 1 | .11274* (1.91) | -.16264** (-4.44) | .10759** (2.48) | -.00547 (-0.09) | -.01122* (-2.03) | -.00007 (-0.13) | -.00019 (-0.76) | -.00827** (2.97) | .00792 (2.16) | .48914** (4.30) | -.05728* (-2.05) | .14870** (2.68) | - | 2.231 | - | 0.5480 |
| 2 | .20851** (4.01) | -.09963** (-3.04) | - | .01917 (0.30) | -.01917** (-3.52) | - | -.00007 (-0.29) | .00487* (2.00) | - | .53682** (5.80) | -.09862** (-3.59) | .12893* (2.28) | - | 2.305 | 2.381 | 0.4729 |
| 3 | .17879** (3.48) | -.07169* (-2.33) | - | .23543 (0.39) | -.01923** (-3.42) | - | -.00004 (-0.17) | .00527* (2.09) | - | .49978** (5.34) | -.09703** (-3.43) | - | .03652 (0.94) | 2.249 | 1.998 | 0.4402 |
| 4 | .0607 (1.02) | -.0918** (-2.87) | .0821* (2.02) | .0564 (0.80) | -.0114* (-2.00) | .0009 (1.13) | -.0010 (-1.48) | .0188** (4.00) | .0069 (2.10) | .4750** (4.35) | -.0508* (-1.74) | - | .1283** (2.84) | 2.119 | 2.046 | 0.578 |

$S = S_A$

yhtälöt 1 - 3: r = eurodollarikorot-tukkuhintojen vuosimuutos-%

L = nettokassavirta

yhtälö 4: r = pankkien antolainauksen keskiporkko-tukkuhintojen vuosimuutos-%

L = aliarvostussuhde x nettokassavirta

TAULUKKO 6.2 Yrityssektorin varastoinvestoinnit, ΔV (muuttujat logaritmisia). Ekstrapolatiiviset myyntiodotukset periodille 1, muutoin PNS-odotukset. Estimointiperiodi 1962.3 - 1981.4

| Yhtälö- nro | S_p^e | S_t | S_{t-1} | S_{t-2} | w_t | r_t | L_t | ΔV_{t-1} | V_{t-1} | $(Q_t - Q_t^s)$ | DW | D(h) | \bar{R}^2 |
|----------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------|---------|-------------|
| 1 | .14899* (2.20) | -.15123 (-3.97) | .10816** (2.57) | -.03867 (-0.93) | -.01265* (-2.27) | -.00022 (-0.99) | .00842** (3.15) | .54732** (5.94) | -.06635* (-2.34) | .13607** (2.46) | 2.188 | -1.554* | 0.566 |
| 2 | .11944* (2.12) | -.16817 (-4.78) | .10938** (2.62) | - | -.01138* (-2.16) | - | .00785** (2.99) | .55535** (6.12) | -.05988* (-2.28) | .14831** (2.76) | 2.231 | -1.816* | 0.569 |
| 3 | .0953* (1.76) | -.1296 (-4.44) | .0815* (2.12) | - | -.0097* (-1.88) | - | .0168** (4.21) | .4245** (5.09) | -.0533* (-2.04) | .1824** (3.62) | 2.02 | -.433* | 0.621 |
| 4 | .0985* (2.17) | -.1763 (-7.60) | .1145** (3.59) | - | -.0105* (-1.94) | - | .0163** (4.76) | .4409** (5.96) | -.0438* (-2.23) | .2297** (5.38) | 2.03 | -.429 | .0734 |

yhtälöt 1 ja 2: $S = S_A$, $L =$ nettokassavirta, $r =$ eurodollarikorot-tukkuhintojen vuosimuutos-%
 yhtälö 3: $S = S_A$
 yhtälö 4: $S = S_B$
 yhtälöt 4 ja 4: $L =$ aliarvostussuhde x nettokassavirta

S_B -MUUTTUJAN DEKOMPOINTI (kpl. 4.2.1)

$$1) S_B = 0.7(\text{teoll.tuot.br.arvo}) + \text{kulutustav.tuonti} - (\text{lopputuott. varastojen ja keskener. töiden muutos})$$

2) S_B :n tekijöiden selitysosuudet (differenssimuodossa):

OLS ESTIMOINTI

Selitettävä ja selittävät muuttujat

YRMY4:U = S_B

VAR1 = tuotanto + tuonti

VAR2 = lopputuotevarastot + keskeneräiset työt

A1 = muutos

| Selitettävä | YRMY4:U | A1 | | | R2 1.0000 | R2C 1.0000 | |
|-------------|-----------|-----------|------------|-------------|-----------|------------|-------|
| Kerroin | Selittäjä | Viive | Muunnokset | Keskiahaj. | T | BC% | |
| 1 | 1.00000 | VAR1 | 0 | A1 | 0.0000 | ***** | 44.2 |
| 2 | -1.00000 | VAR2 | 0 | A1 A1 | -0.0000 | ***** | 55.8 |
| SE | 0.00065 | MAPE 0.00 | VÄLI | 62.1 - 81.4 | DW 3.087 | RHO(1) | -0.56 |

3) S_B :n muutoksen sekä lopputuotevaraston + keskeneräisten töiden varastojen - investointien muutoksen välinen korrelaatio:

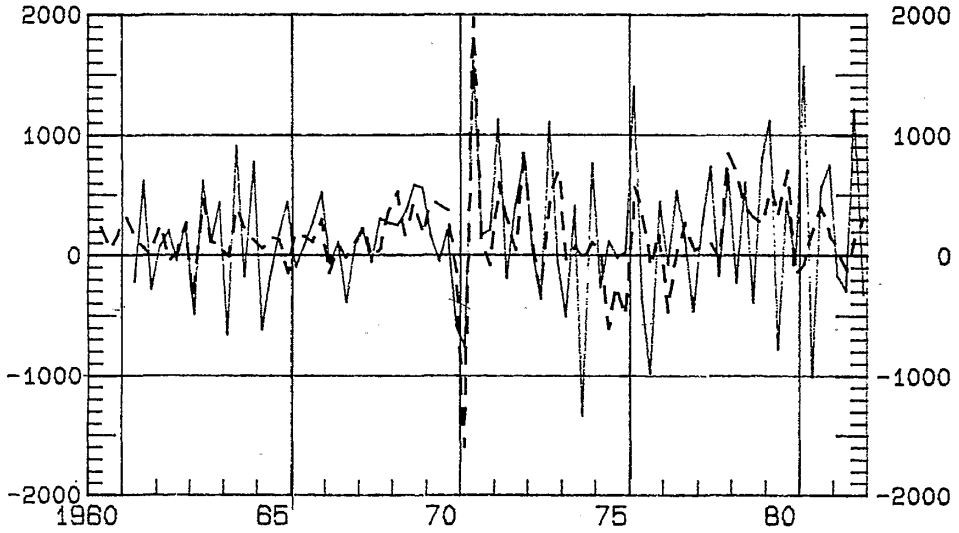
1963.1-1974.4^a -0.5998

1975.1-1981.4^b -0.8508

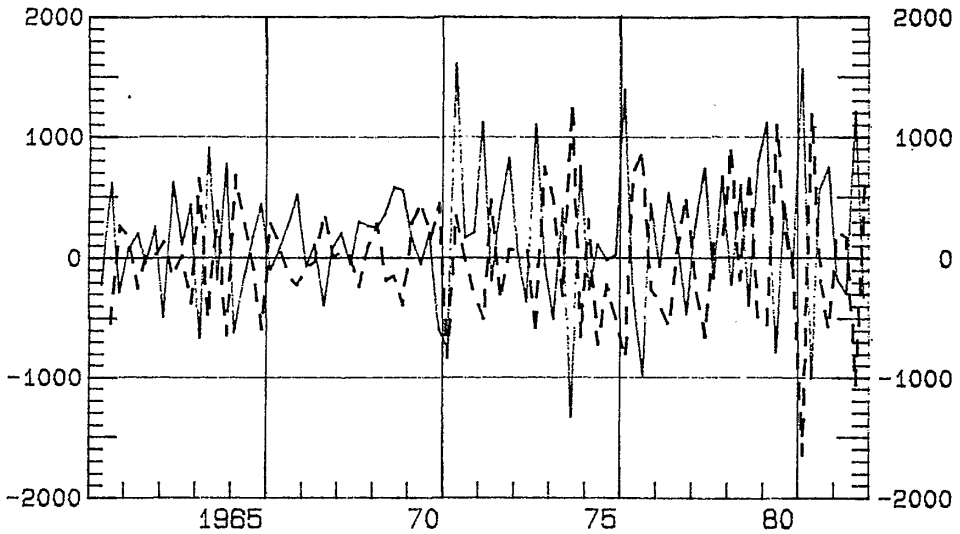
^a varastosarja tehty tämän tutkimuksen yhteydessä

^b varastosarja varastotilastosta

a) \triangle Sb
 \triangle (tuotanto + tuonti)



b) \triangle Sb
 \triangle (lopputuotevarastot + keskeneräiset työt)



a) Mallin 9.2 rekursiivisten residuaalien kumulatiivinen
neliösumma ja 5%:n merkitsevyysrajat

| I | TIME | I LOWER BOUND | I TEST STATISTIC | I UPPER BOUND | I SX |
|---|-------|---------------|------------------|---------------|-------|
| I | -65.1 | I-0.1973 | I 0.0001 | I 0.2267 | I 0 I |
| I | -65.2 | I-0.1826 | I 0.0184 | I 0.2414 | I 0 I |
| I | -65.3 | I-0.1679 | I 0.0211 | I 0.2561 | I 0 I |
| I | -65.4 | I-0.1532 | I 0.0256 | I 0.2708 | I 0 I |
| I | -66.1 | I-0.1385 | I 0.0270 | I 0.2855 | I 0 I |
| I | -66.2 | I-0.1238 | I 0.0313 | I 0.3002 | I 0 I |
| I | -66.3 | I-0.1091 | I 0.0501 | I 0.3149 | I 0 I |
| I | -66.4 | I-0.0944 | I 0.0545 | I 0.3296 | I 0 I |
| I | -67.1 | I-0.0797 | I 0.0579 | I 0.3444 | I 0 I |
| I | -67.2 | I-0.0649 | I 0.0591 | I 0.3591 | I 0 I |
| I | -67.3 | I-0.0502 | I 0.0607 | I 0.3738 | I 0 I |
| I | -67.4 | I-0.0355 | I 0.0745 | I 0.3885 | I 0 I |
| I | -68.1 | I-0.0208 | I 0.0979 | I 0.4032 | I 0 I |
| I | -68.2 | I-0.0061 | I 0.1309 | I 0.4179 | I 0 I |
| I | -68.3 | I 0.0086 | I 0.1317 | I 0.4326 | I 0 I |
| I | -68.4 | I 0.0233 | I 0.1332 | I 0.4473 | I 0 I |
| I | -69.1 | I 0.0380 | I 0.1356 | I 0.4620 | I 0 I |
| I | -69.2 | I 0.0527 | I 0.1359 | I 0.4767 | I 0 I |
| I | -69.3 | I 0.0674 | I 0.1359 | I 0.4914 | I 0 I |
| I | -69.4 | I 0.0821 | I 0.1362 | I 0.5061 | I 0 I |
| I | -70.1 | I 0.0968 | I 0.1374 | I 0.5208 | I 0 I |
| I | -70.2 | I 0.1115 | I 0.1388 | I 0.5355 | I 0 I |
| I | -70.3 | I 0.1262 | I 0.1395 | I 0.5502 | I 0 I |
| I | -70.4 | I 0.1409 | I 0.1931 | I 0.5649 | I 0 I |
| I | -71.1 | I 0.1556 | I 0.2171 | I 0.5796 | I 0 I |
| I | -71.2 | I 0.1704 | I 0.2247 | I 0.5944 | I 0 I |
| I | -71.3 | I 0.1851 | I 0.2281 | I 0.6091 | I 0 I |
| I | -71.4 | I 0.1998 | I 0.2281 | I 0.6238 | I 0 I |
| I | -72.1 | I 0.2145 | I 0.2441 | I 0.6385 | I 0 I |
| I | -72.2 | I 0.2292 | I 0.2444 | I 0.6532 | I 0 I |
| I | -72.3 | I 0.2439 | I 0.2607 | I 0.6679 | I 0 I |
| I | -72.4 | I 0.2586 | I 0.2712 | I 0.6826 | I 0 I |
| I | -73.1 | I 0.2733 | I 0.2731 | I 0.6973 | I-1 I |
| I | -73.2 | I 0.2880 | I 0.2741 | I 0.7120 | I-1 I |
| I | -73.3 | I 0.3027 | I 0.2980 | I 0.7267 | I-1 I |
| I | -73.4 | I 0.3174 | I 0.2981 | I 0.7414 | I-1 I |
| I | -74.1 | I 0.3321 | I 0.3051 | I 0.7561 | I-1 I |
| I | -74.2 | I 0.3468 | I 0.3052 | I 0.7708 | I-1 I |
| I | -74.3 | I 0.3615 | I 0.3635 | I 0.7855 | I 0 I |
| I | -74.4 | I 0.3762 | I 0.3867 | I 0.8002 | I 0 I |
| I | -75.1 | I 0.3909 | I 0.4924 | I 0.8149 | I 0 I |
| I | -75.2 | I 0.4056 | I 0.4944 | I 0.8296 | I 0 I |
| I | -75.3 | I 0.4204 | I 0.4992 | I 0.8444 | I 0 I |
| I | -75.4 | I 0.4351 | I 0.5170 | I 0.8591 | I 0 I |
| I | -76.1 | I 0.4498 | I 0.5476 | I 0.8738 | I 0 I |
| I | -76.2 | I 0.4645 | I 0.5479 | I 0.8885 | I 0 I |
| I | -76.3 | I 0.4792 | I 0.6032 | I 0.9032 | I 0 I |
| I | -76.4 | I 0.4939 | I 0.6086 | I 0.9179 | I 0 I |
| I | -77.1 | I 0.5086 | I 0.6181 | I 0.9326 | I 0 I |
| I | -77.2 | I 0.5233 | I 0.6204 | I 0.9473 | I 0 I |
| I | -77.3 | I 0.5380 | I 0.6208 | I 0.9620 | I 0 I |
| I | -77.4 | I 0.5527 | I 0.9769 | I 0.9767 | I 0 I |
| I | -78.1 | I 0.5674 | I 0.6468 | I 0.9914 | I 0 I |
| I | -78.2 | I 0.5821 | I 0.7463 | I 1.0061 | I 0 I |
| I | -78.3 | I 0.5968 | I 0.7695 | I 1.0208 | I 0 I |
| I | -78.4 | I 0.6115 | I 0.7814 | I 1.0355 | I 0 I |
| I | -79.1 | I 0.6262 | I 0.7845 | I 1.0502 | I 0 I |
| I | -79.2 | I 0.6409 | I 0.7941 | I 1.0649 | I 0 I |
| I | -79.3 | I 0.6556 | I 0.8125 | I 1.0796 | I 0 I |
| I | -79.4 | I 0.6704 | I 0.8149 | I 1.0944 | I 0 I |
| I | -80.1 | I 0.6851 | I 1.1091 | I 1.1091 | I 0 I |
| I | -80.2 | I 0.6998 | I 0.8269 | I 1.1238 | I 0 I |
| I | -80.3 | I 0.7145 | I 0.8364 | I 1.1385 | I 0 I |
| I | -80.4 | I 0.7292 | I 0.8379 | I 1.1532 | I 0 I |
| I | -81.1 | I 0.7439 | I 1.1679 | I 1.1679 | I 0 I |
| I | -81.2 | I 0.7586 | I 0.9533 | I 1.1826 | I 0 I |
| I | -81.3 | I 0.7733 | I 0.9703 | I 1.1973 | I 0 I |
| I | -81.4 | I 0.7880 | I 0.9900 | I 1.2120 | I 0 I |

b) Mallin 9.3 rekursiivisten residuaalien kumulatiivinen
neliösumma ja 5%:n merkitsevyysrajat

| I | TIME | I LOWER BOUND | I TEST STATISTIC | I UPPER BOUND | I SX |
|---|-------|---------------|------------------|---------------|-------|
| I | -45.3 | I-0.1998 | I 0.0004 | I 0.2302 | I 0 I |
| I | -45.4 | I-0.1847 | I 0.0019 | I 0.2453 | I 0 I |
| I | -46.1 | I-0.1695 | I 0.0047 | I 0.2605 | I 0 I |
| I | -46.2 | I-0.1544 | I 0.0092 | I 0.2756 | I 0 I |
| I | -46.3 | I-0.1392 | I 0.0103 | I 0.2908 | I 0 I |
| I | -46.4 | I-0.1241 | I 0.0176 | I 0.3059 | I 0 I |
| I | -47.1 | I-0.1089 | I 0.0197 | I 0.3211 | I 0 I |
| I | -47.2 | I-0.0938 | I 0.0217 | I 0.3362 | I 0 I |
| I | -47.3 | I-0.0786 | I 0.0249 | I 0.3514 | I 0 I |
| I | -47.4 | I-0.0635 | I 0.0250 | I 0.3665 | I 0 I |
| I | -48.1 | I-0.0483 | I 0.0250 | I 0.3817 | I 0 I |
| I | -48.2 | I-0.0332 | I 0.0270 | I 0.3968 | I 0 I |
| I | -48.3 | I-0.0180 | I 0.0270 | I 0.4120 | I 0 I |
| I | -48.4 | I-0.0029 | I 0.0424 | I 0.4271 | I 0 I |
| I | -49.1 | I 0.0123 | I 0.0425 | I 0.4423 | I 0 I |
| I | -49.2 | I 0.0274 | I 0.0429 | I 0.4574 | I 0 I |
| I | -49.3 | I 0.0426 | I 0.0445 | I 0.4726 | I 0 I |
| I | -49.4 | I 0.0577 | I 0.0495 | I 0.4877 | I-1 I |
| I | -70.1 | I 0.0729 | I 0.0547 | I 0.5029 | I-1 I |
| I | -70.2 | I 0.0880 | I 0.0547 | I 0.5180 | I-1 I |
| I | -70.3 | I 0.1032 | I 0.0547 | I 0.5332 | I-1 I |
| I | -70.4 | I 0.1183 | I 0.0585 | I 0.5483 | I-1 I |
| I | -71.1 | I 0.1335 | I 0.0952 | I 0.5635 | I-1 I |
| I | -71.2 | I 0.1486 | I 0.1101 | I 0.5786 | I-1 I |
| I | -71.3 | I 0.1638 | I 0.1102 | I 0.5938 | I-1 I |
| I | -71.4 | I 0.1789 | I 0.1109 | I 0.6089 | I-1 I |
| I | -72.1 | I 0.1941 | I 0.1149 | I 0.6241 | I-1 I |
| I | -72.2 | I 0.2092 | I 0.1161 | I 0.6392 | I-1 I |
| I | -72.3 | I 0.2244 | I 0.1208 | I 0.6544 | I-1 I |
| I | -72.4 | I 0.2395 | I 0.1312 | I 0.6695 | I-1 I |
| I | -73.1 | I 0.2547 | I 0.1337 | I 0.6847 | I-1 I |
| I | -73.2 | I 0.2698 | I 0.1343 | I 0.6998 | I-1 I |
| I | -73.3 | I 0.2850 | I 0.1507 | I 0.7150 | I-1 I |
| I | -73.4 | I 0.3002 | I 0.1508 | I 0.7302 | I-1 I |
| I | -74.1 | I 0.3153 | I 0.2363 | I 0.7453 | I-1 I |
| I | -74.2 | I 0.3305 | I 0.2686 | I 0.7605 | I-1 I |
| I | -74.3 | I 0.3456 | I 0.2782 | I 0.7756 | I-1 I |
| I | -74.4 | I 0.3608 | I 0.2925 | I 0.7908 | I-1 I |
| I | -75.1 | I 0.3759 | I 0.3457 | I 0.8059 | I-1 I |
| I | -75.2 | I 0.3911 | I 0.3639 | I 0.8211 | I-1 I |
| I | -75.3 | I 0.4062 | I 0.3757 | I 0.8362 | I-1 I |
| I | -75.4 | I 0.4214 | I 0.3978 | I 0.8514 | I-1 I |
| I | -76.1 | I 0.4365 | I 0.4933 | I 0.8665 | I 0 I |
| I | -76.2 | I 0.4517 | I 0.4966 | I 0.8817 | I 0 I |
| I | -76.3 | I 0.4668 | I 0.5049 | I 0.8968 | I 0 I |
| I | -76.4 | I 0.4820 | I 0.5054 | I 0.9120 | I 0 I |
| I | -77.1 | I 0.4971 | I 0.5478 | I 0.9271 | I 0 I |
| I | -77.2 | I 0.5123 | I 0.5917 | I 0.9423 | I 0 I |
| I | -77.3 | I 0.5274 | I 0.5935 | I 0.9574 | I 0 I |
| I | -77.4 | I 0.5426 | I 0.6148 | I 0.9726 | I 0 I |
| I | -78.1 | I 0.5577 | I 0.6418 | I 0.9877 | I 0 I |
| I | -78.2 | I 0.5729 | I 0.6727 | I 1.0029 | I 0 I |
| I | -78.3 | I 0.5880 | I 0.6811 | I 1.0180 | I 0 I |
| I | -78.4 | I 0.6032 | I 0.6921 | I 1.0332 | I 0 I |
| I | -79.1 | I 0.6183 | I 0.6951 | I 1.0483 | I 0 I |
| I | -79.2 | I 0.6335 | I 0.6953 | I 1.0635 | I 0 I |
| I | -79.3 | I 0.6486 | I 0.7247 | I 1.0786 | I 0 I |
| I | -79.4 | I 0.6638 | I 0.7279 | I 1.0938 | I 0 I |
| I | -80.1 | I 0.6789 | I 0.8232 | I 1.1089 | I 0 I |
| I | -80.2 | I 0.6941 | I 0.8247 | I 1.1241 | I 0 I |
| I | -80.3 | I 0.7092 | I 0.8259 | I 1.1392 | I 0 I |
| I | -80.4 | I 0.7244 | I 0.8323 | I 1.1544 | I 0 I |
| I | -81.1 | I 0.7395 | I 0.8328 | I 1.1695 | I 0 I |
| I | -81.2 | I 0.7547 | I 0.9500 | I 1.1847 | I 0 I |
| I | -81.3 | I 0.7698 | I 0.9784 | I 1.1999 | I 0 I |
| I | -81.4 | I 0.7850 | I 1.0060 | I 1.2150 | I 0 I |

c) Mallin 11.2 rekursiivisten residuaalien kumulatiivinen
 nellobauma ja 5%:n merkitsevyysrajat

SUM OF SQUARES RECURSIVE RESIDUALS

| I TIME | I LOWER BOUND | I TEST STATISTIC | I UPPER BOUND | I SK I |
|--------|---------------|------------------|---------------|--------|
| -44.3 | 1-0.1197 | 1 0.0002 | 1 0.2233 | 1 0 |
| -44.4 | 1-0.1804 | 1 0.0094 | 1 0.2234 | 1 0 |
| -44.5 | 1-0.2411 | 1 0.0183 | 1 0.2235 | 1 0 |
| -45.2 | 1-0.1518 | 1 0.0102 | 1 0.2237 | 1 0 |
| -45.3 | 1-0.1374 | 1 0.0489 | 1 0.2804 | 1 0 |
| -45.4 | 1-0.1233 | 1 0.0494 | 1 0.2747 | 1 0 |
| -46.1 | 1-0.1090 | 1 0.0323 | 1 0.3090 | 1 0 |
| -46.2 | 1-0.1004 | 1 0.0374 | 1 0.3174 | 1 0 |
| -46.3 | 1-0.0804 | 1 0.0447 | 1 0.3326 | 1 0 |
| -46.4 | 1-0.0661 | 1 0.0659 | 1 0.3519 | 1 0 |
| -47.1 | 1-0.0519 | 1 0.0660 | 1 0.3661 | 1 0 |
| -47.2 | 1-0.0233 | 1 0.0477 | 1 0.3947 | 1 0 |
| -47.3 | 1-0.0090 | 1 0.0478 | 1 0.4070 | 1 0 |
| -48.1 | 1-0.0053 | 1 0.0739 | 1 0.4233 | 1 0 |
| -48.2 | 1-0.0115 | 1 0.0811 | 1 0.4519 | 1 0 |
| -48.4 | 1-0.0481 | 1 0.0915 | 1 0.4651 | 1 0 |
| -49.1 | 1-0.0624 | 1 0.1011 | 1 0.4804 | 1 0 |
| -49.2 | 1-0.0710 | 1 0.1011 | 1 0.4867 | 1 0 |
| -49.3 | 1-0.0710 | 1 0.1011 | 1 0.4930 | 1 0 |
| -49.4 | 1-0.1053 | 1 0.1149 | 1 0.5233 | 1 0 |
| -50.1 | 1-0.1174 | 1 0.1319 | 1 0.5374 | 1 0 |
| -50.2 | 1-0.1339 | 1 0.1468 | 1 0.5517 | 1 0 |
| -50.3 | 1-0.1424 | 1 0.1477 | 1 0.5804 | 1 0 |
| -51.1 | 1-0.1747 | 1 0.2233 | 1 0.5947 | 1 0 |
| -51.2 | 1-0.1910 | 1 0.2780 | 1 0.6090 | 1 0 |
| -51.3 | 1-0.2198 | 1 0.3174 | 1 0.6374 | 1 0 |
| -51.4 | 1-0.2139 | 1 0.2834 | 1 0.6517 | 1 0 |
| -52.1 | 1-0.2081 | 1 0.3191 | 1 0.6661 | 1 0 |
| -52.2 | 1-0.2081 | 1 0.3191 | 1 0.6661 | 1 0 |
| -52.3 | 1-0.2167 | 1 0.3358 | 1 0.6807 | 1 0 |
| -53.1 | 1-0.2160 | 1 0.3332 | 1 0.7090 | 1 0 |
| -53.2 | 1-0.3053 | 1 0.3339 | 1 0.7233 | 1 0 |
| -53.3 | 1-0.3146 | 1 0.3532 | 1 0.7374 | 1 0 |
| -53.4 | 1-0.3319 | 1 0.3532 | 1 0.7517 | 1 0 |
| -54.1 | 1-0.3181 | 1 0.3757 | 1 0.7661 | 1 0 |
| -54.2 | 1-0.3624 | 1 0.3760 | 1 0.7804 | 1 0 |
| -54.3 | 1-0.3910 | 1 0.4070 | 1 0.7947 | 1 0 |
| -55.1 | 1-0.4053 | 1 0.4370 | 1 0.8087 | 1 0 |
| -55.2 | 1-0.4174 | 1 0.4657 | 1 0.8233 | 1 0 |
| -55.3 | 1-0.4339 | 1 0.5035 | 1 0.8374 | 1 0 |
| -56.1 | 1-0.4339 | 1 0.5035 | 1 0.8517 | 1 0 |
| -56.2 | 1-0.4624 | 1 0.5344 | 1 0.8660 | 1 0 |
| -56.3 | 1-0.4767 | 1 0.5346 | 1 0.8847 | 1 0 |
| -57.1 | 1-0.4910 | 1 0.5862 | 1 0.8990 | 1 0 |
| -57.2 | 1-0.5053 | 1 0.6150 | 1 0.9133 | 1 0 |
| -57.3 | 1-0.5198 | 1 0.6345 | 1 0.9274 | 1 0 |
| -57.4 | 1-0.5339 | 1 0.6372 | 1 0.9417 | 1 0 |
| -58.1 | 1-0.5361 | 1 0.6451 | 1 0.9561 | 1 0 |
| -58.2 | 1-0.5498 | 1 0.6632 | 1 0.9707 | 1 0 |
| -58.3 | 1-0.5634 | 1 0.6824 | 1 0.9850 | 1 0 |
| -58.4 | 1-0.5710 | 1 0.7099 | 1 1.0090 | 1 0 |
| -59.1 | 1-0.6053 | 1 0.7260 | 1 1.0233 | 1 0 |
| -59.2 | 1-0.6181 | 1 0.7446 | 1 1.0374 | 1 0 |
| -59.3 | 1-0.6319 | 1 0.7631 | 1 1.0517 | 1 0 |
| -59.4 | 1-0.6451 | 1 0.7805 | 1 1.0661 | 1 0 |
| -60.1 | 1-0.6624 | 1 0.7453 | 1 1.0804 | 1 0 |
| -60.2 | 1-0.6767 | 1 0.7592 | 1 1.0947 | 1 0 |
| -60.3 | 1-0.7196 | 1 0.7987 | 1 1.1233 | 1 0 |
| -60.4 | 1-0.7196 | 1 0.7987 | 1 1.1374 | 1 0 |
| -60.5 | 1-0.7339 | 1 0.8007 | 1 1.1517 | 1 0 |
| -61.1 | 1-0.7424 | 1 0.8233 | 1 1.1660 | 1 0 |
| -61.2 | 1-0.7424 | 1 0.8233 | 1 1.1804 | 1 0 |
| -61.3 | 1-0.7767 | 1 0.8663 | 1 1.1947 | 1 0 |
| -61.4 | 1-0.7710 | 1 1.0000 | 1 1.2090 | 1 0 |

d) Mallin 13.1 rekursiivisten residuaalien kumulatiivinen
 nellobauma ja 5%:n merkitsevyysrajat

| I TIME | I LOWER BOUND | I TEST STATISTIC | I UPPER BOUND | I SK I |
|--------|---------------|------------------|---------------|--------|
| -44.3 | 1-0.1831 | 1 0.2821 | 1 0.2429 | 1 1 |
| -44.4 | 1-0.1482 | 1 0.3409 | 1 0.2378 | 1 1 |
| -44.5 | 1-0.1533 | 1 0.3448 | 1 0.2777 | 1 1 |
| -45.2 | 1-0.1234 | 1 0.3549 | 1 0.2674 | 1 1 |
| -45.3 | 1-0.1234 | 1 0.3549 | 1 0.3074 | 1 1 |
| -46.1 | 1-0.1085 | 1 0.3913 | 1 0.3175 | 1 1 |
| -46.2 | 1-0.0934 | 1 0.3242 | 1 0.3324 | 1 1 |
| -47.1 | 1-0.0737 | 1 0.4119 | 1 0.3473 | 1 1 |
| -47.2 | 1-0.0547 | 1 0.3784 | 1 0.3622 | 1 1 |
| -47.4 | 1-0.0488 | 1 0.4249 | 1 0.3772 | 1 1 |
| -48.1 | 1-0.0339 | 1 0.4270 | 1 0.3921 | 1 1 |
| -48.2 | 1-0.0340 | 1 0.4750 | 1 0.4070 | 1 1 |
| -48.3 | 1-0.0340 | 1 0.4750 | 1 0.4220 | 1 1 |
| -48.4 | 1-0.0109 | 1 0.5787 | 1 0.4369 | 1 1 |
| -49.1 | 1-0.0258 | 1 0.7775 | 1 0.4518 | 1 1 |
| -49.2 | 1-0.0407 | 1 0.7769 | 1 0.4667 | 1 1 |
| -49.3 | 1-0.0557 | 1 0.7718 | 1 0.4817 | 1 1 |
| -49.4 | 1-0.0557 | 1 0.7718 | 1 0.4967 | 1 1 |
| -50.1 | 1-0.0855 | 1 0.7955 | 1 0.5115 | 1 1 |
| -50.2 | 1-0.1004 | 1 0.8047 | 1 0.5264 | 1 1 |
| -50.3 | 1-0.1154 | 1 0.8048 | 1 0.5414 | 1 1 |
| -50.4 | 1-0.1154 | 1 0.8048 | 1 0.5564 | 1 1 |
| -51.1 | 1-0.1452 | 1 0.8222 | 1 0.5712 | 1 1 |
| -51.2 | 1-0.1601 | 1 0.8258 | 1 0.5861 | 1 1 |
| -51.3 | 1-0.1751 | 1 0.8342 | 1 0.6011 | 1 1 |
| -51.4 | 1-0.2049 | 1 0.8444 | 1 0.6160 | 1 1 |
| -52.1 | 1-0.2198 | 1 0.8439 | 1 0.6309 | 1 1 |
| -52.2 | 1-0.2348 | 1 0.8440 | 1 0.6458 | 1 1 |
| -52.3 | 1-0.2348 | 1 0.8440 | 1 0.6608 | 1 1 |
| -52.4 | 1-0.2447 | 1 0.8442 | 1 0.6757 | 1 1 |
| -53.1 | 1-0.2745 | 1 0.8504 | 1 0.6905 | 1 1 |
| -53.2 | 1-0.2795 | 1 0.8504 | 1 0.7055 | 1 1 |
| -53.3 | 1-0.2845 | 1 0.8529 | 1 0.7205 | 1 1 |
| -53.4 | 1-0.2945 | 1 0.8529 | 1 0.7355 | 1 1 |
| -54.1 | 1-0.3243 | 1 0.8594 | 1 0.7505 | 1 1 |
| -54.2 | 1-0.3392 | 1 0.8574 | 1 0.7655 | 1 1 |
| -54.3 | 1-0.3542 | 1 0.8672 | 1 0.7805 | 1 1 |
| -54.4 | 1-0.3692 | 1 0.8674 | 1 0.7955 | 1 1 |
| -55.1 | 1-0.3874 | 1 0.8864 | 1 0.8105 | 1 1 |
| -55.2 | 1-0.3989 | 1 0.8802 | 1 0.8255 | 1 1 |
| -55.3 | 1-0.4139 | 1 0.8879 | 1 0.8405 | 1 1 |
| -55.4 | 1-0.4289 | 1 0.8939 | 1 0.8555 | 1 1 |
| -56.1 | 1-0.4386 | 1 0.9288 | 1 0.8705 | 1 1 |
| -56.2 | 1-0.4536 | 1 0.9288 | 1 0.8855 | 1 1 |
| -56.3 | 1-0.4734 | 1 0.9294 | 1 0.9005 | 1 1 |
| -56.4 | 1-0.4885 | 1 0.9281 | 1 0.9155 | 1 1 |
| -57.1 | 1-0.5183 | 1 0.9345 | 1 0.9305 | 1 1 |
| -57.2 | 1-0.5382 | 1 0.9332 | 1 0.9455 | 1 1 |
| -57.3 | 1-0.5482 | 1 0.9332 | 1 0.9605 | 1 1 |
| -57.4 | 1-0.5682 | 1 0.9332 | 1 0.9755 | 1 1 |
| -58.1 | 1-0.5980 | 1 0.9523 | 1 0.9905 | 1 1 |
| -58.2 | 1-0.5980 | 1 0.9523 | 1 1.0055 | 1 1 |
| -58.3 | 1-0.6279 | 1 0.9590 | 1 1.0205 | 1 1 |
| -58.4 | 1-0.6479 | 1 0.9587 | 1 1.0355 | 1 1 |
| -59.1 | 1-0.6528 | 1 0.9587 | 1 1.0505 | 1 1 |
| -59.2 | 1-0.6728 | 1 0.9587 | 1 1.0655 | 1 1 |
| -59.3 | 1-0.6928 | 1 0.9587 | 1 1.0805 | 1 1 |
| -59.4 | 1-0.7128 | 1 0.9587 | 1 1.0955 | 1 1 |
| -60.1 | 1-0.7426 | 1 0.9447 | 1 1.1105 | 1 1 |
| -60.2 | 1-0.7426 | 1 0.9447 | 1 1.1255 | 1 1 |
| -60.3 | 1-0.7626 | 1 0.9447 | 1 1.1405 | 1 1 |
| -60.4 | 1-0.7626 | 1 0.9447 | 1 1.1555 | 1 1 |
| -60.5 | 1-0.7826 | 1 0.9447 | 1 1.1705 | 1 1 |
| -61.1 | 1-0.7925 | 1 0.9447 | 1 1.1855 | 1 1 |
| -61.2 | 1-0.8125 | 1 0.9447 | 1 1.2005 | 1 1 |
| -61.3 | 1-0.8325 | 1 0.9447 | 1 1.2155 | 1 1 |
| -61.4 | 1-0.8525 | 1 1.0000 | 1 1.2305 | 1 1 |

MALLI 9.2 DIFFERENSSIMUODOSSA (1. differenssi)

OLS ESTIMATION

LIST OF LABELS

V1Q:U = V
 O0YRMY3 = SA_t (log)
 OSYRMY3 = SAp
 O0CT = wt (log)
 VAR1 = aliarvostussuhde * nettokassavirta
 VAR2 = myyntiyllätys (log)
 VAR3 = tuotantoyllätys (log)

A1 = muutos

| DEP. VARIABLE | V1Q:U | I | LOG | A | 1 | R2 | .583 | R2C | .540 |
|---------------|----------|---------------|--------------|--------------|------------|----------|--------|-----|------|
| I EST.COEF. | I LABEL | I LG | I TRANSFORM. | I ST.DEV. | I T | I BC | Z | | |
| 1 I | -0.06707 | I O0YRMY3 | I 0 | I A1 | I 0.0549 | I 1.22 | I 8.1 | | |
| 2 I | 0.28755 | I OSYRMY3 | I 0 | I LOG A 1 | I 0.1231 | I 2.34 | I 6.2 | | |
| 3 I | -0.03959 | I O0CT | I 0 | I A1 | I 0.0521 | I 0.76 | I 4.7 | | |
| 4 I | 0.01621 | I VAR1 | I 0 | I LOG A 1 | I 0.0050 | I 3.23 | I 13.9 | | |
| 5 I | -0.09811 | I V1Q:U | I 1 | I LOG A 1 A1 | I 0.1014 | I 0.97 | I 4.0 | | |
| 6 I | 0.74173 | I V1Q:U | I 1 | I LOG A 1 | I 0.0976 | I 7.60 | I 32.4 | | |
| 7 I | 0.10905 | I VAR2 | I 0 | I A1 | I 0.0342 | I 3.19 | I 18.9 | | |
| 8 I | 0.15094 | I VAR3 | I 0 | I A1 | I 0.0463 | I 3.26 | I 11.8 | | |
| SE | 0.01029 | I MAPE 210.24 | I 63.1 | I - 81.4 | I DW 2.090 | I RHO(1) | -0.07 | | |

MALLI 9.2 DIFFERENSSIMUODOSSA (2. DIFFERENSSI)

OLS ESTIMOINTI

SELITETTÄVÄ JA SELITTÄVÄT MUUTTUJAT

V1Q:U = V
 O0YRMY3 = SA_t (log)
 OSYRMY3 = SAp
 O0CT = wt (log)
 VAR1 = aliarvostussuhde * nettokassavirta
 VAR2 = log(V)
 VAR3 = myyntiyllätys (log)
 VAR4 = tuotantoyllätys (log)

| SELITETTÄVÄ | V1Q:U | LOG | A1 | A1 | R2 | .4140 | R2C | .3537 |
|-------------|-----------|-------------|------------|-------------|----------|--------|--------|-------|
| KERROIN | SELITTÄJÄ | VIIVE | MUUNNOKSET | KESKIHAJ. | T | BC | Z | |
| 1 I | -0.03248 | I O0YRMY3 | I 0 | I A1 A1 | I 0.0510 | I 0.64 | I 5.0 | |
| 2 I | -0.51379 | I OSYRMY3 | I 0 | I LOG A1 A1 | I 0.3385 | I 1.52 | I 7.6 | |
| 3 I | -0.17988 | I O0CT | I 0 | I A1 A1 | I 0.0609 | I 2.96 | I 26.7 | |
| 4 I | 0.00792 | I VAR1 | I 0 | I LOG A1 A1 | I 0.0036 | I 2.23 | I 8.7 | |
| 5 I | 0.03358 | I VAR2 | I 0 | I A1 A1 A1 | I 0.1058 | I 0.32 | I 1.8 | |
| 6 I | -0.14450 | I V1Q:U | I 1 | I LOG A1 A1 | I 0.1769 | I 0.82 | I 4.7 | |
| 7 I | 0.17677 | I VAR3 | I 0 | I A1 A1 | I 0.0431 | I 4.10 | I 40.8 | |
| 8 I | 0.04525 | I VAR4 | I 0 | I A1 A1 | I 0.0336 | I 1.33 | I 4.7 | |
| SE | 0.01128 | MAPE 747.89 | VRLI 63.1 | - 81.4 | DW 2.119 | RHO(1) | -0.07 | |

MALLI 9.3 DIFFERENSSIMUODOSSA (1. differenssi)

OLS ESTIMATION

LIST OF LABELS

V1Q:U = V
 O0YRMY4P = SB_t (log)
 OSYRMY4 = SB_p
 O0CT = w_t (log)
 OSCT = w_p
 VAR1 = pankkien antol.korko-tukkuh.vuosimuutos-%
 VAR2 = aliarvostussuhde nettokassavirta
 VAR3 = myyntiyllätys (log)
 VAR4 = tuotantoyllätys (log)

A1 = muutos

| DEP. | VARIABLE | V1Q:U | I | LOG | A | t | R2 | .791 | R2C | .762 | | | | |
|------|-------------|----------|-------|----------|----|------|------------|------------|----------|--------|-------|-------|--------|-------|
| I | EST. COEFF. | I | LABEL | I | LG | I | TRANSFORM. | I | ST. DEV. | I | T | I | RC | Z |
| 1 | I | -0.08561 | I | O0YRMY4P | I | 0 | I | A1 | I | 0.0411 | I | 2.08 | I | 7.0 |
| 2 | I | 0.24600 | I | OSYRMY4 | I | 0 | I | LOG A 1 | I | 0.1047 | I | 2.35 | I | 3.5 |
| 3 | I | -0.14925 | I | O0CT | I | 0 | I | A1 | I | 0.0497 | I | 3.00 | I | 11.6 |
| 4 | I | 0.12131 | I | OSCT | I | 0 | I | LOG A 1 | I | 0.0675 | I | 1.80 | I | 2.8 |
| 5 | I | -0.00117 | I | VAR1 | I | 0 | I | A1 | I | 0.0005 | I | 2.23 | I | 4.5 |
| 6 | I | 0.01191 | I | VAR2 | I | 0 | I | LOG A 1 | I | 0.0036 | I | 3.30 | I | 6.7 |
| 7 | I | -0.08214 | I | V1Q:U | I | 1 | I | LOG A 1 A1 | I | 0.0780 | I | 1.05 | I | 2.2 |
| 8 | I | 0.78734 | I | V1Q:U | I | 1 | I | LOG A 1 | I | 0.0777 | I | 10.14 | I | 22.5 |
| 9 | I | 0.22063 | I | VAR3 | I | 0 | I | A1 | I | 0.0245 | I | 8.99 | I | 26.4 |
| 10 | I | 0.25135 | I | VAR4 | I | 0 | I | A1 | I | 0.0356 | I | 7.06 | I | 12.8 |
| SE | 0.00745 | I | HAFI | 103.65 | I | 43.7 | - | 81.4 | I | DW | 2.355 | I | RHO(1) | -0.20 |

MALLI 9.3 DIFFERENSSIMUODOSSA (2. DIFFERENSSI)

OLS ESTIMATION

SELITETTÄVÄ JA SELITTÄVÄT MUUTTIJAT

V1Q:U = V
 O0YRMY4P = SB_t (log)
 OSYRMY4 = SB_p
 O0CT = w_t (log)
 OSCT = w_p
 VAR1 = pankkien antolainauskorko-tukkuh.vuosimuutos-%
 VAR2 = aliarvostussuhde . nettokassavirta
 VAR3 = log (V)
 VAR4 = myyntiyllätys (log)
 VAR5 = tuotantoyllätys (log)

| SELITETTÄVÄ | V1Q:U | LOG | A1 | A1 | R2 | .5788 | R2C | .5196 | | | | | | | |
|-------------|-----------|----------|------------|-----------|----|-------|------|-----------|------|--------|----|-------|---|--------|-------|
| KERROIN | SELITTÄJÄ | VIIVE | HUUHNOKSET | KESKIHAJ. | T | RC | Z | | | | | | | | |
| 1 | I | -0.06838 | I | O0YRMY4P | I | 0 | I | A1 A1 | I | 0.0452 | I | 1.51 | I | 10.6 | |
| 2 | I | -0.11719 | I | OSYRMY4 | I | 0 | I | LOG A1 A1 | I | 0.2588 | I | 0.45 | I | 1.7 | |
| 3 | I | -0.10228 | I | O0CT | I | 0 | I | A1 A1 | I | 0.0477 | I | 2.14 | I | 14.8 | |
| 4 | I | 0.32097 | I | OSCT | I | 0 | I | LOG A1 A1 | I | 0.2691 | I | 1.19 | I | 3.5 | |
| 5 | I | -0.00039 | I | VAR1 | I | 0 | I | A1 A1 | I | 0.0006 | I | 0.61 | I | 1.8 | |
| 6 | I | 0.00800 | I | VAR2 | I | 0 | I | LOG A1 A1 | I | 0.0031 | I | 2.58 | I | 8.7 | |
| 7 | I | -0.00242 | I | VAR3 | I | 0 | I | A1 A1 | I | 0.0952 | I | 0.03 | I | 0.1 | |
| 8 | I | 0.14403 | I | V1Q:U | I | 1 | I | LOG A1 A1 | I | 0.1783 | I | 0.81 | I | 4.7 | |
| 9 | I | 0.15827 | I | VAR4 | I | 0 | I | A1 A1 | I | 0.0277 | I | 5.82 | I | 37.6 | |
| 10 | I | 0.16022 | I | VAR5 | I | 0 | I | A1 A1 | I | 0.0329 | I | 4.87 | I | 16.4 | |
| SE | 0.00985 | I | HAFI | 139.93 | I | VAR1 | 43.3 | - | 81.4 | I | DW | 2.583 | I | RHO(1) | -0.30 |

OLS ESTIMATION MALLI 11.2 DIFFERENSSIMUODOSSA (1. differenssi)

LIST OF LABELS

V10:U = V
 YRHY3:U = SA
 VAR1 = myyntiyllätys (log)
 VAR2 = tuotantoyllätys (log)

A1 = muutos

| DEP. VARIABLE | V10:U | I | LOG A | I | R2 | .497 | R2C | .461 |
|---------------|---------|-----------|------------|---------------|------|--------|----------|-------------|
| EST. COEF. | LABEL | LG | TRANSFORM. | ST. DEV. | T | BC | Z | |
| 1 I | 0.59381 | I V10:U | I 1 I | LOG A 1 | I | 0.1201 | I | 4.95 I 46.0 |
| 2 I | 0.04570 | I V10:U | I 2 I | LOG A 1 | I | 0.1129 | I | 0.40 I 3.5 |
| 3 I | 0.03822 | I YRHY3:U | I 1 I | LOG A 1 | I | 0.0370 | I | 1.03 I 7.7 |
| 4 I | 0.07747 | I VAR1 | I 0 I | A1 | I | 0.0224 | I | 3.45 I 23.9 |
| 5 I | 0.13546 | I VAR2 | I 0 I | A1 | I | 0.0496 | I | 2.73 I 18.8 |
| 6 I | 0.00147 | I CONST | I 0 I | | I | 0.0015 | I | 1.01 I 0.0 |
| SE | 0.01114 | I MAPE | 184.49 | I 63.1 - 81.4 | I DW | 1.963 | I RHO(1) | 0.01 |

OLS ESTIHOINTI MALLI 11.2 DIFFERENSSIMUODOSSA (2. DIFFERENSSI)

SELITETTÄVÄ JA SELITTÄVÄT MUUTTUJAT

V10:U = V
 YRHY3:U = SA
 VAR1 = myyntiyllätys (log)
 VAR2 = tuotantoyllätys (log)

| SELITETTÄVÄ | V10:U | LOG A1 | A1 | R2 | .294 | R2C | .243 | F(5, 70) | 5.82 |
|-------------|-----------|-----------|------------|-----------|-------------|--------|-------|-------------|-------|
| KERROIN | SFLITTAJK | VIIVE | MUUNNOKSET | KESKIHAJ. | T | RC | Z | | |
| 1 I | -0.19105 | I V10:U | I 1 I | LOG A1 A1 | I | 0.1199 | I | 1.57 I 22.0 | |
| 2 I | -0.05192 | I V10:U | I 2 I | LOG A1 A1 | I | 0.1145 | I | 0.45 I 5.9 | |
| 3 I | 0.01023 | I YRHY3:U | I 1 I | LOG A1 A1 | I | 0.0279 | I | 0.37 I 5.5 | |
| 4 I | 0.05833 | I VAR1 | I 0 I | A1 A1 | I | 0.0168 | I | 3.47 I 47.2 | |
| 5 I | 0.05283 | I VAR2 | I 0 I | A1 A1 | I | 0.0344 | I | 1.54 I 19.4 | |
| 6 I | -0.00004 | I VAKIO | I 0 I | | I | 0.0014 | I | 0.03 I 0.0 | |
| SE | 0.01220 | I MAPE | 742.74 | I VAKI | 63.1 - 81.4 | I DW | 2.026 | I RHO(1) | -0.02 |

MALLI 13.L DIFFERENSSIMUODOSSA (1.differenssi)

OLS ESTIMATION

LIST OF LABELS

VYL:K = V_t
 O0YRHY4P = SB_t (log)
 OSYRHY4 = SB_p
 O0CT = w_t (log)
 OSCT = w_p
 VAR1 = pankkien antol.korko-tukkuh.vuosimuutos-%
 VAR2 = aliarvostussuhdennettokassavirta
 VAR3 = myyntiyllitys (log)
 VAR5 = tuotantoyllitys (log)

A1 = muutos

| DEP. | VARIABLE | I | VYL:K | I | LOG | A | I | R2 | .672 | I | R2C | .633 | |
|------|------------|---|----------|--------|-----|---------|------------|--------|---------|------|-------|------|-------------|
| I | EST.COEFF. | I | LABEL | I | LG | I | TRANSFORM. | I | ST.DEV. | I | T | I | BC % |
| 1 | -0.10840 | I | O0YRHY4I | 0 | I | A1 | I | 0.0584 | I | 1.86 | I | 8.3 | |
| 2 | 0.01431 | I | OSYRHY4I | 0 | I | LOG A 1 | I | 0.1496 | I | 0.10 | I | 0.2 | |
| 3 | -0.24664 | I | O0CT | 0 | I | A1 | I | 0.0702 | I | 3.51 | I | 17.8 | |
| 4 | 0.39566 | I | OSCT | 0 | I | LOG A 1 | I | 0.0946 | I | 4.18 | I | 8.7 | |
| 5 | -0.00082 | I | VAR1 | 0 | I | A1 | I | 0.0007 | I | 1.15 | I | 2.9 | |
| 6 | 0.01241 | I | VAR2 | 0 | I | LOG A 1 | I | 0.0050 | I | 2.49 | I | 6.5 | |
| 7 | 0.34420 | I | VYL:K | 1 | I | LOG A 1 | I | 0.0812 | I | 4.24 | I | 10.5 | |
| 8 | 0.29101 | I | VAR3 | 0 | I | A1 | I | 0.0345 | I | 8.44 | I | 32.5 | |
| 9 | 0.33203 | I | VAR5 | 0 | I | | I | 0.0580 | I | 5.72 | I | 12.6 | |
| SE | 0.01063 | I | MAPE | 100.31 | I | 63.2 | - | 81.4 | I | 14 | 1.617 | I | RHO(1) 0.18 |

MALLI 13.L DIFFERENSSIMUODOSSA (2. DIFFERENSSI)

OLS ESTIMOINTI

SELIITETTÄVÄ JA SELITTÄVÄT MUUTTUJAT

VYL:K = V_t
 O0YRHY4P = SB_t (log)
 OSYRHY4 = SB_p
 O0CT = w_t (log)
 OSCT = w_p
 VAR1 = pankkien antol.korko - tukkuh.vuosimuutos-%
 VAR2 = aliarvostussuhde + nettokassavirta
 VAR3 = myyntiyllitys (log)
 VAR4 = tuotantoyllitys (log)

| SELIITETTÄVÄ | VYL:K | LOG | A1 | A1 | R2 | .R122 | R2C | .7891 | | | | | | |
|--------------|----------|-------|-----------|-----------|----|-----------|------|--------|------|-------|----|-------|---|--------------|
| KERROIN | SFLITÄJÄ | VJTVF | HUHNOKSET | KESKIARJ. | T | BC % | | | | | | | | |
| 1 | -0.08054 | I | O0YRHY4P | 0 | I | A1 A1 | I | 0.0453 | I | 1.78 | J | 6.3 | | |
| 2 | -0.05517 | I | OSYRHY4 | 0 | J | LOG A1 A1 | I | 0.2693 | J | 0.20 | I | 0.4 | | |
| 3 | -0.27819 | J | O0CT | 0 | J | A1 A1 | I | 0.0487 | J | 5.72 | J | 20.3 | | |
| 4 | 0.20366 | I | OSCT | 0 | J | LOG A1 A1 | J | 0.2605 | J | 0.78 | I | 1.1 | | |
| 5 | -0.00023 | J | VAR1 | 0 | J | A1 A1 | I | 0.0006 | J | 0.36 | J | 0.5 | | |
| 6 | 0.01729 | J | VAR2 | 0 | J | LOG A1 A1 | I | 0.0031 | J | 5.67 | J | 9.5 | | |
| 7 | 0.28346 | J | VYL:K | 1 | J | LOG A1 A1 | I | 0.0796 | J | 3.56 | J | 7.1 | | |
| 8 | 0.30958 | J | VAR3 | 0 | J | A1 A1 | I | 0.0270 | J | 11.46 | J | 37.3 | | |
| 9 | 0.33327 | J | VAR4 | 0 | J | A1 A1 | I | 0.0342 | J | 9.74 | J | 17.3 | | |
| SE | 0.01005 | I | MAPE | 171.80 | I | VAR1 | 63.3 | - | 81.4 | I | 14 | 2.587 | I | RHO(1) -0.30 |

CYCLICAL BEHAVIOUR OF INVENTORY INVESTMENT
IN THE FINNISH CORPORATE SECTOR

by Jarmo Pesola

SUMMARY

The study investigates the determination of inventory investment in the corporate sector over a fairly short time span. Planned inventory investment is assumed to take place in a framework of intertemporal profit maximization, according to which firms can benefit from fluctuations in demand and costs by using inventories as a buffer stock. The dynamics of inventory behaviour is examined using period analysis.

As a result the following basic model is obtained:

$$\Delta V_t = b_0 - b_1 S_t^e + b_2 S_p^e - b_3 w_t^e + b_4 w_p^e - b_5 r_t^e + b_6 r_p^e \\ + b_7 L_t - b_8 V_{t-1} + m(S_t^e - S_t) + n(Q_t - Q_t^S)$$

where

V = inventory stock

S = sales

w = unit price of production costs

r = real interest rate

L = liquidity

Q = production

and

e denotes an expected variable

s denotes a planned variable

p denotes expectations about future quarters

The variables connected with coefficients $b_1 \dots, b_8$ explain planned inventory investment. It is assumed to depend on expected sales in the current period as well as on production cost expectations and expectations of inventory holding costs (the real rate of interest) in the future. It is also assumed to be affected by firms' liquidity and existing inventory stocks. Unintended inventory investment results from unforeseen variations in sales and production.

The model is tested econometrically using quarterly time series data for the period 1963 - 1981. Owing to the lack and poor quality of statistical data, empirical equivalents had to be specially constructed for the major variables of the study, including both the aggregate inventories of the corporate sector and various components thereof. Similarly, it was necessary to construct series for sales and production costs.

The time series analysis shows that the assumption of intertemporal substitution can be used to explain inventory behaviour in the corporate sector. In addition, it is observed that inventory investment seems to be influenced by an autoregressive component, which may be due to the aggregation of data.

Estimation is performed by applying proxies for rational expectations. According to the econometric test results, the hypothesis of intertemporal profit maximization as a behavioural model explaining inventory investment in the Finnish corporate sector cannot be rejected (see table). Moreover, it seems to explain behaviour better than the other hypotheses tested, for example, adaptive expectations in a flexible accelerator framework. The estimated model turns out to be the inventory model of finished goods presupposed by the theoretical structure.

According to the estimation results, inventory investment is fairly rigid with respect to changes in expectations. The use of inventories as a buffer stock to deal with unforeseen variations in sales and output evens out fluctuations in production, although it may also contribute towards the (downward) rigidity of prices. The results

indicate that the financial situation, possibly combined with the effect of tax pressures, explains inventory investment quite well. By contrast, the short-term effect of alternative investments - as measured by the interest rate variable - seems rather small. This can at least partly be explained by the fact that the role of production costs in corporate decision-making appears to be clearly greater than that of inventory holding costs.

TABLE Inventory investment in Finnish corporate sector ΔV_t (inventory investment of final products in equation F.) (logarithmic OLS). Expectations as OLS predictions, estimation period 1963.1 - 1981.4 (t-statistics in parentheses)

| Equat. no. | S_t^e | S_p^e | w_t^e | w_p^e | r_t | L_t | ΔV_{t-1} | V_{t-1} | $(S_t^e - S_t^s)$ | $(Q_t - Q_t^s)$ | DW | D(h) | \bar{R}^2 |
|------------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|--------------------|-------------------|------------------|------|-------|-------------|
| 1. | -.136** (-3.35) | .197** (4.49) | -.012* (-1.85) | | | .020** (4.59) | .391** (4.78) | -.068* (-2.24) | .105** (3.96) | .172** (3.41) | 1.97 | -0.08 | .615 |
| 2. | -.088* (-2.34) | .195** (5.43) | -.215** (-4.43) | .181** (4.06) | -.0014** (-3.98) | .016** (4.50) | .218** (3.03) | -.108** (-4.42) | .248** (7.96) | .256** (6.23) | 1.58 | 2.20 | .764 |
| F. | -.165** (-4.27) | .238** (6.56) | -.343** (-7.59) | .311** (7.34) | -.0018** (-5.52) | .022** (6.42) | | -.083** (-3.89) | .395** (13.75) | .414** (9.49) | 1.53 | 2.10 | .797 |

* = significant at 5 per cent level, one-tailed test

** = significant at 1 per cent level, one-tailed test

D(h) = Durbin's h-test statistic

Expectations S_p^e and w_p^e are derived from OLS fits for the current quarter and seven future quarters with the following weights: .174, .163, .141, .128, .114, .103, .093, .083.

Other variables

r = bank lending rate minus annual percentage change in wholesale prices

L = undervaluation rate of inventories multiplied by net cash flow



SUOMEN PANKIN JULKAISUJA

Sarja D (ISSN 0355-6042)

(N:ot 1 - 30 Suomen Pankin taloustieteellisen tutkimuslaitoksen julkaisuja, ISSN 0081-9506)

1. PERTTI KUKKONEN On the Measurement of Seasonal Variations. 1963. 11 s.
2. The Index Clause System in the Finnish Money and Capital Markets. 1964, tarkistettu laitos 1969. 15 s.
3. J.J. PAUNIO Adjustment of Prices to Wages. 1964. 15 s.
4. HEIKKI VALVANNE - JAAKKO LASSILA The Taxation of Business Enterprises and the Development of Financial Markets in Finland. 1965. 26 s.
5. MARKKU PUNTILA Likvidien varojen kysyntä ja yleisön likviditeetin kehitys Suomessa vuosina 1948-1962. 1965. 110 s.
6. J.J. PAUNIO Taloudellinen kasvu ja suhdannevaihtelut dynaamisen makrotarkastelun valossa. 1965. 117 s.
7. AHTI MOLANDER Kokonaistaloudelliseen hinta- ja palkkatasoon vaikuttavat tekijät Suomessa vuosina 1949-1962. 1965. 159 s.
8. ERKKI PIHKALA Keskinäisen taloudellisen avun neuvoston pysyvät komissiot työnjaon toteuttajina. 1965. 35 s.
9. KARI NARS Statens prispolitiska parametrar. 1965. 118 s.
10. HEIKKI VALVANNE The Framework of the Bank of Finland's Monetary Policy. 1965. 34 s.
11. JOUKO SIVANDER Ulkomaankaupan substitutiojoustojen teoriasta ja mittaamisesta. 1965. 91 s.
12. TIMO HELELÄ - PAAVO GRÖNLUND - AHTI MOLANDER Muistio palkkanuotteluja varten. 1965. 56 s.
13. ERKKI LAATTO Suomen ulkomaisen tavarakaupan volyymi-indeksit neljännesvuosittain vuosina 1949-1964 eräistä lyhytaikaisista vaihteluista puhdistettuina. 1965. 24 s. (Englanninkielinen tiivistelmä.)
14. DOLAT PATEL The Share of the Developing Countries in Finnish Foreign Trade. 1966. 31 s.
15. PEKKA LAHIKAINEN Tuotoksen ja työpanoksen välisen suhteen vaihteluista. 1966. 25 s.

16. HEIKKI U. ELONEN Yrityksen rahoituspääomien kysynnästä ja tarjonnasta. 1966. 88 s.
17. TIMO HELELÄ - J.J. PAUNIO Memorandum on Incomes Policy. 1967. 10 s.
18. KARI NARS Undersökning av efterfrågetrycket. 1967. 119 s.
19. KARI PUUMANEN Indeksivaateet valintakohteina. 1968. 186 s.
20. RICHARD ALAND Sijoituspankkitoiminta Yhdysvalloissa - The Investment Banking Function in the United States. 1968. 31 s.
21. TIMO HELELÄ Työnseisaukset ja teolliset suhteet Suomessa vuosina 1919-1939. 1969. 341 s. (Kahtena niteenä)
22. SIRKKA HÄMÄLÄINEN Kotitalouksien säästämiseen vaikuttavista psykologisista tekijöistä ja niiden mittaamismahdollisuuksista. 1969. 177 s.
23. HEIKKI KOSKENKYLÄ An Evaluation of the Predictive Value of the Investment Survey of the Bank of Finland Institute for Economic Research. 1969. 12 s.
24. HEIKKI KOSKENKYLÄ Suomen Pankin investointikyselyn otantaan liittyvistä ongelmista. 1970. 71 s.
25. PERTTI KUKKONEN - ESKO TIKKANEN Jäänmurtajat ja talviliikenne. 1970. 136 s.
26. HEIKKI U. ELONEN - ANTERO ARIMO Tutkimus kirkon taloudesta. 1970. 73 s.
27. JUHANI HIRVONEN Kansainvälisen talouden ekonometrisen simultaanimalli. 1971. 64 s.
28. HEIKKI KOSKENKYLÄ Teoreettisen ja empiirisen investointianalyysin ongelmista. Suomen tehdasteollisuuden investointitoiminta vuosina 1948-1970. 1972. 182 + 58 s. (ISBN 951-686-001-X)
29. A Quarterly Model of the Finnish Economy by the Model Project Team of the Research Department. 1972. 105 s. (ISBN 951-686-002-8, toinen painos ISBN 951-686-007-9)
30. HANNU HALTTUNEN Tuotanto, hinnat ja tulot Suomen kansantalouden ekonometrisessä kokonaismallissa. 1972. 120 s. (Toisessa painoksessa englanninkielinen tiivistelmä; 123 s.) (ISBN 951-686-003-6, toinen painos ISBN 951-686-013-3)
31. SIMO LAHTINEN Työn kysyntä Suomen kansantalouden ekonometrisessä kokonaismallissa. 1973. 171 s. (Englanninkielinen tiivistelmä.) (ISBN 951-686-008-7)
32. MAURI JAAKONAHO Suomen sähköenergian kokonaiskulutusta ja sen ennakointia koskeva empiirinen tutkimus. 1973. 144 s. (ISBN 951-686-009-5)

33. ESKO AURIKKO Ulkomaankauppa Suomen kansantalouden ekonometrisessä kokonaisuudessa. 1973. 100 s. (Englanninkielinen tiivistelmä.) (ISBN 951-686-011-7)
34. HEIKKI KOSKENKYLÄ - ILMO PYYHTIÄ Suomen allokatio-ongelman peruspiirteistä ja taustasta. 1974. 61 s. (ISBN 951-686-014-1)
35. IMMO POHJOLA Ekonometrinen tutkimus Suomen rahamarkkinoista. 1974. 120 s. (ISBN 951-686-016-8)
36. JUHANI HIRVONEN On the Use of Two Stage Least Squares with Principal Components. 1975. 91 s. (ISBN 951-686-023-0)
37. HEIKKI KOSKENKYLÄ - ILMO PYYHTIÄ Pääomakerroin makro- ja mikrota- loudellisena investointikriteerinä. 1975. 65 s. (Englannin- kielinen tiivistelmä.) (ISBN 951-686-024-9)
38. ALPO WILLMAN Ekonometrinen tutkimus finanssipolitiikan vaikutuk- sista. 1976. 217 s. (ISBN 951-686-028-1)
39. JORMA HILPINEN Muuttoliike, työhön osallistuminen ja suhdanteiden eteneminen työllisyydessä. 1976. 69 s. (ISBN 951-686-030-3)
40. OLAVI RANTALA Säästämiskohteiden valintaan vaikuttavat tekijät Suomessa. 1976. 115 s. (ISBN 951-686-031-1)
41. Rahoitustilinpito analyysivälineenä (AHTI HUOMO Rahoitustilinpä- dollinen näkökulma; TAPIO KORHONEN Maksutaseen ja valtiontalouden rahoitusmarkkinakytkennät; IMMO POHJOLA Valtiontalous rahoitusti- linpäidossa; OLAVI RANTALA Rahoitustilinpäidon käyttö ja rajoituk- set kvantitatiivisessa analyysissä). 1976. 98 s. (ISBN 951-686-033-8)
42. ILMO PYYHTIÄ Varjohinnat ja tuotannontekijöiden allokatio Suomen tehdasteollisuudessa vuosina 1948-1975. 1976. 176 s. (ISBN 951-686-035-4)
43. PETER NYBERG Työvoiman tarjonnan vaihteluista Suomessa. 1978. 65 s. (ISBN 951-686-046-X)
44. MARJA TUOVINEN Inflaatio-odotusten muodostumisesta ja erään inflaatio-odotussarjan optimaalisuudesta. 1979. 154 s. (ISBN 951-686-056-7)
45. KALEVI TOURUNEN Teollisuuden varastoinvestoinneista Suomessa vuo- sina 1961-1975. 1980. 71 s. (ISBN 951-686-059-1)
46. URHO LEMPINEN Rationaaliset odotukset makroteoriassa. 1980. 83 s. (ISBN 951-686-060-5)
47. HANNU HALTTUNEN - SIXTEN KORKMAN Central Bank Policy and Domestic Stability in a Small Open Economy. 1981. 79 s. (ISBN 951-686-066-4)

48. SEPPÖ KOSTIAINEN Rahoitusmarkkinavaikutusten välittymismekanismit ja teollisuuden sijoittumispäätökset Suomessa. 1981. 126 s. (Englanninkielinen tiivistelmä.) (ISBN 951-686-067-2)
49. URHO LEMPINEN Teoreettinen tutkimus keskuspankkirahoituksen ja ulkomaisen rahoituksen substituutiosta. 1981. 131 s. (ISBN 951-686-069-9)
50. ILMO PYYHTIÄ Suomen Pankin investointitiedustelu teollisuuden investointien ennakoitivälineenä. 1981. 93 s. (ISBN 951-686-071-0)
51. ILKKA SALONEN Teknisen kehityksen mittaamisesta tuotantofunktion avulla ja sovellutus Suomen kansantalouteen. 1981. 93 s. (ISBN 951-686-073-7)
52. ALPO WILLMAN The Effects of Monetary and Fiscal Policy in an Economy with Credit Rationing. 1981. 66 s. (ISBN 951-686-075-3)
53. JOHNNY ÅKERHOLM Finanspolitikens totalekonomiska effekter på kort sikt. 1982. 73 s. (ISBN 951-686-078-8)
54. HANNELE LUUKKAINEN Kotitaloussektorin kulutus-, investointi- ja rahoituspäätökset yhdistävä malli. 1983. 128 s. (Englanninkielinen tiivistelmä.) (ISBN 951-686-085-0)
55. Inflaatio ja talouspolitiikka (TAPIO PEURA Inflaatio Suomessa; JOHNNY ÅKERHOLM Eri inflaatiotesitykset ja talouspolitiikka; JUKKA PEKKARINEN Suomen palkkainflaatiosta: reaali-palkkojen vai tuloonjaon jäykkyys? ALPO WILLMAN Kotimaisen inflaation riippuvuus ulkomaisesta inflaatiosta suomalaisen inflaatiotutkimuksen valossa; PENTTI FORSMAN Inflaation pitkän aikavälin kustannuksista; P. SCHELDE ANDERSEN Inflation: Theories, Evidence and Policy Implications; GAVIN BINGHAM Inflation: an Overview). 1983. 204 s. (ISBN 951-686-088-5)
56. PETER JOHANSSON Korkopolitiikan vaikutus kokonaistuotantoon ja hintatasoon. 1984. 91 s. (Englanninkielinen tiivistelmä.) (ISBN 951-686-091-5)
57. PENTTI PIKKARAINEN Teollisuuden energian kysynnästä Suomessa 1960-1982. 1984. 86 s. (Englanninkielinen tiivistelmä.) (ISBN 951-686-096-6)
58. ILKKA LYYTIKÄINEN Suomen työvoimamarkkinoiden ekonometrinen malli: Empiirinen tutkimus vuosien 1960 - 1982 aineistolla. 1984. 157 s. (Englanninkielinen tiivistelmä.) (ISBN 951-686-098-2)
59. Suomen kansantalouden neljännesvuosimalli BOF3 (toimittaneet Juha Tarkka ja Alpo Willman). 1985. 455 s. (ISBN 951-686-107-5)
60. JARMO PESOLA Varastoinvestointien suhdannekäyttäytyminen Suomen yrityssektorissa, Ekonometrinen tutkimus vuosien 1963 - 1981 neljännesvuosiaineistolla. 1985. 178 s. (Englanninkielinen tiivistelmä.) (ISBN 951-686-109-1)

IVA5a 1985 36858

Suomen

Suomen Pankki

D:060

Pesola, Jarmo

Varastoinvestointien

suhdannekäyttäytyminen Suomen

1996-05-14

SUOMEN PANKIN
KIRJASTO

