

Bruttokansantuotteen muutosten ennustaminen siirtofunktiomallin avulla¹

PETTERI HAHLE

Siirtofunktiomallin avulla pyritään mallittamaan aikasarjojen välisiä viivästeisiä vaikutuksia. Malli muodostuu yhdestä yhtälöstä, jossa yhtälön vasemmalla puolella on selitettävä muuttuja ja sen oikealla puolella ovat selittäjät. Se on hyödyllinen väline selitettävän muuttujan ennustamisessa sillä edellytyksellä, että selittävien aikasarjojen vaikutusviipeet ovat riittävän pitkiä.

Seuraavassa esitetään Suomen bruttokansantuotteen ennustamiseksi vuosien 1978—1987 aineistolla estimoitu siirtofunktiomalli ja sen antamat aidot ennusteet vuosille 1988—1992. Vuosien 1988—1990 osalta mallin antamaa ennustetta on voitu verrata toteutuneeseen kehitykseen. Näille vuosille ennusteet osuvat hyvin kohdalleen. Ainoastaan vuoden 1990 kolmannen neljänneksen ennuste poikkeaa huomattavasti kyseisen neljänneksen ennakkotiedosta. Vuosien 1991 ja 1992 osalta ennuste on osittain ehdollinen eksogeenisten muuttujien kehityksestä tehtyihin arvioihin. Mikäli ulkoiset tekijät, kuten öljyn hinta, normalisoituvat vuoden 1991 aikana, Suomen kansantalous näyttäisi jo vuoden 1992 alussa kääntyvän voimakkaaseen nousuun.

1. Siirtofunktiomallin rakentamisesta

Siirtofunktiomalli on yksinkertaisimmillaan aivan tavallinen lineaarinen regressioyhtälö, jonka muuttujat ovat aikasarjoja. Selittäjien vaikutus voi olla joko ajassa viivästettyä tai

¹ Käytetty siirtofunktiomalli perustuu kirjoittajan gradu -tutkielmaan (*Hirvonen 1989a*). Mallin perusteet ja muuttujat on selostettu yksityiskohtaisesti myös julkaisuissa *Hirvonen (1989b, 1989c)*.

välitöntä. Vaikutussuunta pitää olla selittäjistä selitettävään päin. Koska siirtofunktiomallit on mitattu ajassa, voi sen peräkkäiset jäännöstermit korreloida keskenään, ts. malliin voi sisältyä autokorrelaatiota. Tämä jäännöstermeihin sisältyvä säännöllisyys voidaan (ja estimoinnin tehostamiseksi se myös kannattaa) mallittaa.²

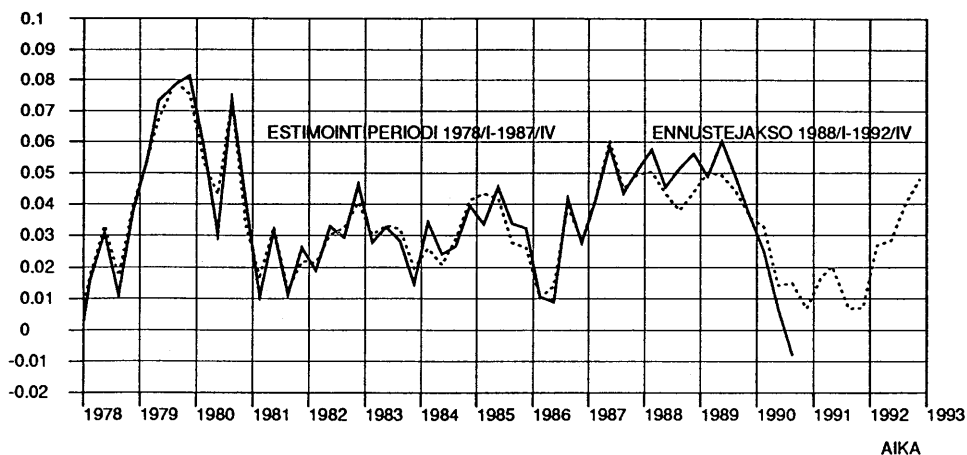
Siirtofunktiomallin rakentamisessa ja viipeiden selvittämisessä kannattaa käyttää hyväksi asialoogista tietoa tutkittavasta ilmiöstä, aikaisempia tutkimuksia sekä selitettävän ja selittäjän välisiä ristikorrelaatioita. Lisäksi karkeita arvioita vaikutuksen painottumisesta eri viipeille voi saada estimoimalla siirtofunktiomallin siten, että käytetään vain selittäjän yksittäistä viivettä kerrallaan selittämässä ko. selittäjän koko vaikutusta.

Bruttokansantuotetta ennustavan usean muuttujan siirtofunktiomallin rakentamiseen liittyy monia ongelmia. Onko esim. mahdollista, että vaikutuskertoimet ovat riittävän stabiileja ajassa tai samansuuruisia nousu- ja laskusuhdanteissa? Ovatko muuttujat eksogeenisiä, ts. kulkeeko vaikutus vain selittävistä muuttujista bkt:seen päin? Voidaanko mallia pitää harhattomana? Entä onko muuttujien välillä liian voimakasta multikollinearisuutta?

Tarkasteltavassa ennustemallissa vaikutuksen yksisuuntaisuus, selittäjien eksogeenisuus, on pyritty saavuttamaan viivästettyjen muuttujien avulla. Mallin kaikki muut selittäjät paitsi itävienti on viivästetty vähintään puolella vuodella. On perusteltua ajatella, että mikään selittäjä ei voi määräytyä tuntemattoman tulevan bkt:n perusteella. Itäviennin eksogee-

² Siirtofunktiomallin rakentamisesta tarkemmin ks. *Box ja Jenkins 1970, 337—418*.

Kuvio 1a. Mallin sovite ja ennusteet bkt:n log-vuosimuutoksille.



nisuutta voi perustella sillä, että se määräytyy itävientikysynnän eikä sen hetken bkt:n perusteella.

Mallin harhattomuusvaatimus perustuu lineaaristen mallien teoriaan: poisjätetyt mukana olevista selittäjistä riippuvat muuttujat aiheuttavat kerroinestimaatteihin harhaa. Ennustemallin tulisi siis kattaa mahdollisimman suuri osa eri vaikutuskanavista. Seuraavassa luvussa on tarkasteltu sitä, mitkä vaikutukset malli pystyy ottamaan huomioon.

Selittäjien multikollineaarisuus ei aiheuta mallin kerroinestimaattien harhaisuutta, mutta se lisää niiden varianssia. Tämä rajoittaa jossain määrin selittäjäjoukkoa, sillä esim. vaihtosuhdetta ei voi ongelmitta estimoida samassa mallissa, jossa on jo mukana kilpailukykyymuuttuja, koska nämä muuttujat korreloivat voimakkaasti keskenään. Vaihtosuhteen sijasta malliin on otettu öljyn ja selluloosan markkamääräiset maailmanmarkkinahinnat. Öljyn hinta määrää suureksi osaksi tuontihintoja ja toisaalta sellun hinta on merkittävä vientihintojen selittäjä.

2. Ennustetulokset

Estimoitu malli on esitetty liitteessä. *Kuviossa 1 A* on esitetty mallin sovite sekä ennusteet bruttokansantuotteen vuosimuutoksille

periodina 1988—1992. Vuosimuutos on esitetty logaritmisena differenssinä, mikä (sadalla kerrottuna) vastaa likimain vuotuista prosentuaalista kasvua.

Tarkasteltava malli pystyy estimointiperiodilla selittämään bkt:n vaihteluita varsin hyvin. Sen avulla ei kuitenkaan voida luotettavasti ennustaa enempää kuin vuosi, sillä tätä pidempien ennusteiden saamiseksi pitää lähes kaikkia selittäjiä ryhtyä ennakoimaan. Lisäksi itävientimuuttuja pitää ennakoida jo alle vuoden ennusteissa, sillä sen vaikutus mallissa on lähes välitöntä. Mallin tilastolliset ominaisuudet ovat vakuuttavia. Vaikutuskertoimien t-testisuuren arvot ovat differenssimallissa jopa hämmästyttävän suuria (ks. liite). Lisäksi ennusteet kontrolliajanjaksolle, 1988/I—1990/III, osuvat melko hyvin kohdalleen. Nämä seikat luovat pohjaa sille uskolle, että malli pystyy edelleen ennustamaan tulevaisuutta menneisyyden perusteella estimoitujen parametrien avulla.³

Nyt saatujen ennusteiden mukaan vuonna 1990 alkanut hitaan kasvun aika jatkuu ainakin vuoden 1991 loppuun. Vuonna 1992 kas-

³ Rahamarkkinoiden säännöstelyn purkaminen 1980-luvun lopussa aiheuttaa ainakin väliaikaisia ongelmia tässä suhteessa. Esimerkkinä voidaan mainita luottohanojen aukeamisen vaikutus asuntojen hintojen nousuun ja tämän hinnan nousun aiheuttama voimakas lisäys asunto-tuotannossa (ks. jaks. 3.5).

vu näyttää jälleen kiihtyvän. Ennustettaessa vuotta 1991 on itäviennin vähenemiseksi ennakoitu 30 prosenttia vuodesta 1990 ja länsivientikysynnän muutoksen vuoden alkupuoliskolla on oletettu pysyvän samana kuin vuoden 1990 lopussa. Vuoden 1992 ennusteessa on kaikkia selittäjiä jouduttu ainakin osittain ennakoimaan.

Länsivientikysynnän on arvioitu vuoden 1992 alkupuolella elpyvän hieman. Myös itäviennin on oletettu vuoden 1991 rajun pudotuksen jälkeen kasvavan hieman, n. 4 prosenttia, vuonna 1992. Julkisen sektorin vaikutus on vuodelle 1991 annetun ennakkotiedon perusteella arvioitu lievästi ekspansiiviseksi vuonna 1992. Öljyn maailmanmarkkinahinnan on oletettu palaavan 20 dollarin lukemiin vuoden 1991 loppuun mennessä. Samalla dollarin ajatellaan vahvistuvan neljään markkaan. Tämä öljyn hinnan lasku kiihdyttää mallin mukaan bkt:n kasvua vuoden 1992 loppu puolella. Ennakoidut viivästetyt vaikutukset näkyvät *kuvioissa 3—5*.

3. Mallin kuvaus

Tarkasteltavaan siirtofunktioon on pyritty sisällyttämään bkt:seen viipeellä vaikuttavat tekijät. Se voidaan ajatella redusoiduksi muodoksi kokonaistalouden simultaanisesta systeemistä.

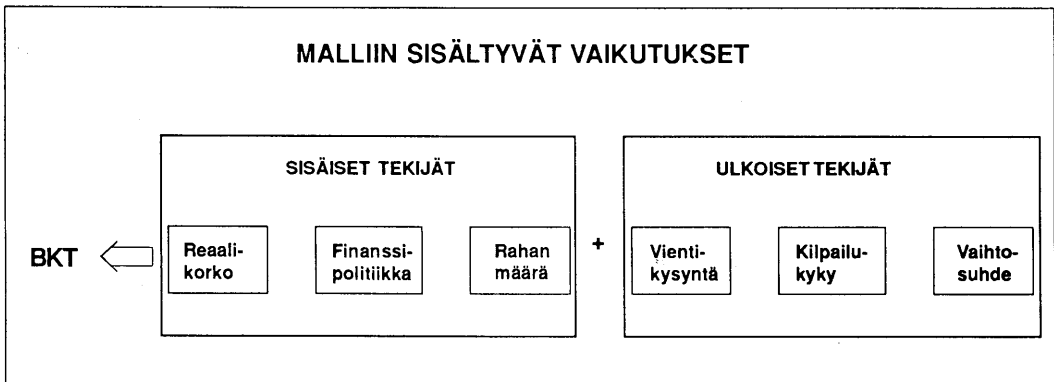
Selittävät tekijät voidaan oheisen kaavion mukaisesti jakaa ulkoisiin ja sisäisiin tekijöihin.

Selittävien muuttujien lukumäärän rajoittamiseksi on kustakin selittäjästä muodostettu painotettu liukuva summa viivapainojakuman avulla, sillä kaikkien selittäjien jokaisen viipeen kertoimen vapaa estimointi ei rajoitettulla havaintomäärällä onnistu. Muuttujat, keskimääräiset vaikutusviipeet ja mallin estimointitulokset on tarkemmin esitetty liitteessä.

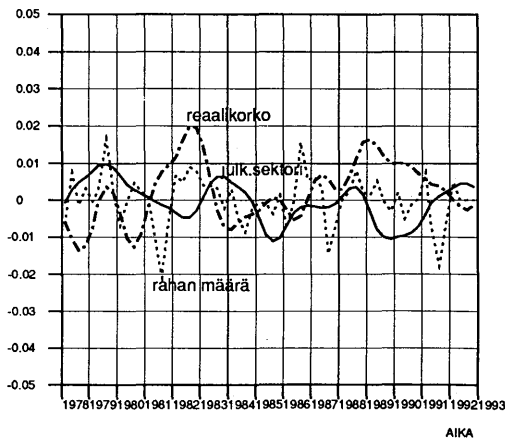
3.1 Sisäiset tekijät

Mallin taustalla on ajatus, että kaikki tuotantokapasiteettiin vaikuttavat taustatekijät, kuten pääoma, potentiaalinen työvoima ja teknologia (tuottavuus), kasvavat likimain vakioista eksponentiaalista vauhtia, kun niihin vaikuttavat tekijät muuttuvat vakioisesti. Kun uskotaan, että pitkällä aikavälillä tuotantokapasiteetti määrää bkt:n tason, voidaan tällaiset trendimuuttujat tiivistää bkt:n logaritmissen differenssimallin vakioon. Mallin vakio muodostuu siten näiden vakioisten trendikasvujen summasta. Estimoinneissa tämän vakion arvoksi saatiin 0.036 eli bkt:n trendikasvu oli n. 3.6 prosenttia vuodessa.

Reaalikoron, nimelliskorko miinus inflaatio, oletetaan vaikuttavan yritysten investointeihin. Tällöin reaalikoron lasku (nousu) saa aikaan tilapäisen lisäyksen (laskun) yritysten investoinneissa, joka puolestaan saa aikaan pysyvän lisäyksen (vähenemisen) tuotantokapasiteetissa. Mallin reaalikorkomuuttuja mallittaa näitä molempia vaikutuksia. Se voidaan



Kuvio 2. Sisäisten tekijöiden vaikutus.



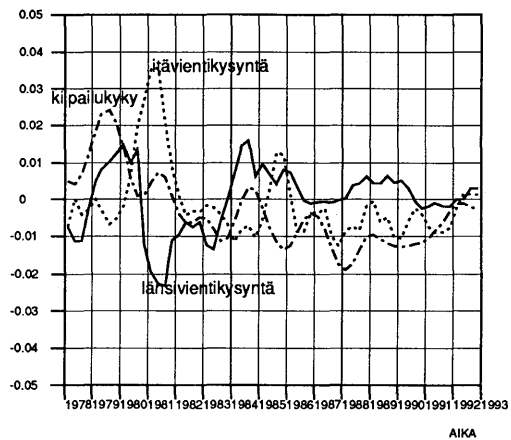
saattaa muotoon, jossa muuttuja samalla selittää sekä reaalkoron muutosten aikaan saamia impulsseja investointikysynnässä noin puolentoistavuoden viipeellä että pysyviä muutoksia tuotantokapasiteetissa vielä hieman pidemmällä viipeellä. Myös reaalkoron välittömät kysyntä vaikutukset tulevat mallissa merkitseviksi. Näitä ei kuitenkaan ole sisällytetty malliin, sillä tämä vaikutus on pieni.

Reaalkoron kerroin mallissa on -0.43 , joten prosenttiyksikön suuruinen lasku reaalkorossa saa aikaan hieman alle puolen prosentin lisäyksen bkt:ssa noin kahden vuoden viipeellä. Kuvioista 2 nähdään, että reaalkoron vaikutus bkt:n muutoksiin on suurimmillaan ollut noin 2 prosenttiyksikön luokkaa. Vuodenvaihteeseen 1988—1989 ajoittunut »kumpare» aiheutui ulkomaisten lainojen vapauttamisesta yritysten omiin investointeihin vuoden 1986 elokuussa.⁴

Julkisen sektorin vaikutusindikaattori selittää finanssipolitiikan vaikutuksia. Se on saatu valtionvarainministeriön Taloudellisesta katsauksesta. Mallissa indikaattoria on viivästetty noin vuodella. Tämän muuttujan kertoi-

⁴ Ulkomaisena viitekorkona on käytetty KOPIV -valuuttakorin (70% DEM, 20% USD, 10% GBP) kuuden kuukauden korkoa. Nimelliskorko on vapautuksen jälkeen laskettu painotettuna keskiarvona ulkomaisesta korosta ja kotimaisesta 3—5 vuoden korosta. Ulkomaisen koron paino on ollut 0.4 ja kotimaisen koron 0.6.

Kuvio 3. Vientikysynnän ja kilpailukyyn vaikutus.



meksi estimoitui odotetun ykkösen sijasta 0.5. Julkisen sektorin vaikutus bkt:n vuosikasvuun on tarkasteluperiodilla vaihdellut yhden prosenttiyksikön välillä.

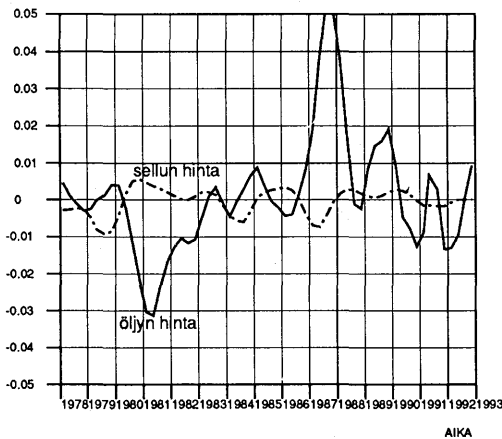
Rahan määrän (M1) vaikutus tuotantoon on huomioitu konventionaalisella tavalla: vain rahan määrän muutokset vaikuttavat bkt:n tasoon. Tällöin logaritmisessa kausidifferenssimallissa rahan määrän kausimuutoksen muutos vaikuttaa bkt:n muutokseen. Rahan määrän vaikutusviive on noin vuosi ja sen vaikutuskerroin on 0.26^5 . Suurimmillaan rahan määrän muutoksen muutokset ovat aiheuttaneet jopa kahden prosenttiyksikön piikkejä bkt:n muutoksiin.

3.2 Ulkoiset tekijät

Viennin suoria ja kerrannaisvaikutuksia bkt:seen selittävät länsivientikysyntäindikaattori, kilpailukykyindikaattori, itäviennin volyyymi-indeksi ja öljyn hinta. Näiden muutujien vaikutuksen voimakkuuden bkt:seen nähden voidaan ajatella muuttuvan mm. itä- ja länsiviennin bkt-osuuksien muuttumisen mukana. Myös nämä muutokset vaikutuksissa on pyritty mallissa ottamaan huomioon (ks. jakso 3.3).

⁵ Saman pituinen vaikutusviive on havaittu myös periodilla 1956—1972 (Kannianen ja Suvanto, 1974, s.14).

Kuvio 4. Öljyn ja sellun hinnan vaikutus.

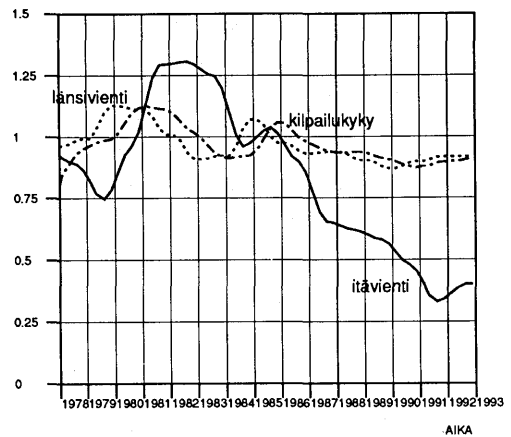


Länsivientikysynnän keskimääräinen kerroin mallissa on 0.34 ja vaikutusviive puoli vuotta⁶. Kerroin ja vaikutusviive eivät tässä tapauksessa kerro koko totuutta länsiviennin vaikutuksesta, sillä öljyn hinnalla on mallissa myös länsivientikysyntää selittäviä ominaisuuksia. Länsivientikysyntäindikaattorin vaikutus on vaihdellut tarkasteluperiodilla melko äkkinäisesti (kuvio 3). Vaikutuksen itseisarvo on ollut suurimmillaan vuonna 1981, jolloin toisella ja kolmannella neljänneksellä negatiivinen vaikutus oli lähes 2.5 prosenttiyksikköä.

Itäviennin vaikutuksia bkt:seen selittää mallissa itäviennin volyyymi-indeksi. Sen keskimääräinen kerroin on 0.071. Itäviennin muutoksen vaikutus on ollut voimakkainta vuosina 1980—1981 (kuvio 3). Tarkasteluperiodin loppupuolella itäviennin voimakas lasku ei aiheuttanut kovin suurta negatiivista vaikutusta bkt:seen, koska sen vaikutuskerroin on samalla tullut selvästi pienemmäksi. Kuitenkin vuosina 1986—1990 vaikutus on ollut lähes jatkuvasti reilut -0.5 prosenttiyksikköä bkt:n kasvuun. Vuodelle 1991 on ennustettu itäviennin kolmenkymmenen prosentin

⁶ Länsivientiin länsivientikysyntäindikaattori vaikuttaa lähes välittömästi (Öller, 1978 ja Vartia, 1974). Tämä on sopusoinnussa sen kanssa, että bkt:seen nähden vaikutus on hieman viivästynyt.

Kuvio 5. Muunnoskertoimet itä- ja länsivientikysynnälle sekä kilpailukyvyille.



supistumisen vaikutus on mallin mukaan $n. -0.8 (= 0.071 * 0.36 * (-30\%))$ prosenttiyksikköä bkt:n kasvuun. Ennustamisen kannalta on ongelmallista, että itävientimuuttujaa ei ole viivästetty.

Kilpailukykytuuttuja mittaa Suomen vientihintojen ja vientimaiden tuontihintojen välistä suhdetta. Jos Suomen vientihinnat ovat nousseet nopeammin kuin sen vientimaiden tuontihinnat, Suomen kilpailukyky on heikentynyt, ja päinvastoin. Kilpailukyky siis paranee kun muuttuja on negatiivinen ja huononee kun se on positiivinen. Tämän vuoksi kilpailukykytuuttujan keskimääräinen vaikutuskerroin on negatiivinen (-0.21). Sen vaikutusviive on $n. 1.5$ vuotta⁷. Kilpailukykyyn kontribuutio bkt:n kasvuun oli suurimmillaan vuoden 1979 noususuhdanteen aikaan.

Öljyn hinta selittää osittain vientikysynnän välittömiä vaikutuksia vientiin, koska sen muutokset pystyvät kääntäen ennakoimaan länsivientikysyntää noin vuoden viipeellä (Öller, 1985). Toisaalta se selittää tuontihintojen vaikutusta kotimaiseen reaaliseen ostovoimaan. Tarkasteltavassa mallissa muuttujan kerroin on -0.059 . Siten öljyn hinnan 10 prosentin nousu aiheuttaa 0.59 prosenttiyksikön

⁷ Vuosiaineistolla on kilpailukykyindikaattorin vaikutus länsivientiin havaittu hieman viivästyneeksi (Vartia, 1974).

laskun bkt:n muutokseen. Vaikutusviive on reilu vuosi. Öljyn hinnan muutosten vaikutus on tarkasteluajanjaksolla ollut huomattava (kuvio 4). Vuodenvaihteeseen 1980—1981 iskenyt negatiivinen shokki aiheutui ns. toisesta öljykriisistä. Vuoden 1987 suuri positiivinen vaikutus puolestaan aiheutui vuoden 1986 öljyn hinnan laskusta sekä samanaikaisesta dollarin heikkenemisestä.

Vientihintojen vaikutusta kotimaiseen ostovoimaan selittää osaltaan sellun hinta. Sen kerroin mallissa on 0.019. Sellun hinnan vaikutusviive on noin puolitoista vuotta. Sen vaikutus bkt:n muutoksiin on pieni (kuvio 4). Sellun hinta on kuitenkin sisällytetty malliin, jotta siinä edes jollain tavoin otettaisiin huomioon Suomen vientituotteiden maailmanmarkkinahintojen nousun (laskun) bkt:n kasvuun aiheuttamat positiiviset (negatiiviset) vaikutukset.

3.3 Vientiosuuksien mukaan muuttuvat vaikutuskertoimet

Itä- ja länsivientikysynnän sekä kilpailukykyindikaattorin kertoiimiin on lisätty tekijä, joka pyrkii huomioimaan vientiosuuksien muutoksista johtuvat muutokset vaikutuskertoimissa⁸. Muunnos perustuu siihen, että kiinteällä parametrilla estimoituessa vaikutuskerroin saa itä- tai länsiviennin keskimääräisen bkt-osuuden mukaisen arvon. Kun nyt muutetaan kertoimia siten, että kunkin neljänneksen vaikutuskerroin kerrotaan ao. neljänneksen bkt-osuudella suhteutettuna koko estimointiperiodin keskimääräiseen bkt-osuuteen, saadaan kertoimia, jotka ovat suurempia kuin vakiokerroin, kun osuus on ollut keskimääräistä suurempi ja päinvastoin. Tällä muunnoksella on myös se hyvä ominaisuus, että jos osuus pysyy vakiona on myös muunnettu kerroin vakio. Ja toisaalta äärimmäisessä tapauksessa, jossa osuus putoaa nolnaan, myös vaikutuskerroin putoaa nolnaan.

⁸ Öljyn hinnan osalta sopiva tekijä voisi olla esim. indikaattori, joka kuvaa länsimaiden talouksien riippuvuutta öljystä. Tätä muunnoskerrointa ei vielä ole otettu malliin mukaan.

Näin ollen estimoidut itä- ja länsivientikysynnän sekä kilpailukykyindikaattorin kertoimet ovatkin keskimääräisiä kertoimia. Länsivientikysynnän ja kilpailukykyindikaattorin osalta tämä muunnos ei aiheuta suuria muutoksia eri ajankohtina, mutta itäviennissä sen sijaan muunnoksen vaikutus on tuntuva. Loppuperiodilla itäviennin kerroin on jopa alle puolet keskimääräisestä kertoimesta (vrt. kuvio 5). Alustavissa testeissä muunnosten aiheuttamat vaikutukset on estimointiperiodilla havaittu tilastollisesti merkitseviksi.

3.4 Jäännöstermi

Tarkasteltavassa mallissa pyritään selittämään kysynnällä tarjontaa. Kysyntä-tarjonta-kehikossa kunkin neljänneksen virhetermi vastaa sen neljänneksen varastojen muutosta, sillä kysynnän ja tarjonnan erotus on yhtä kuin varastojen muutos. Tätä jäännöstermiä voidaan osuvammin nimittää suunnittelelemattomaksi varastojen muutokseksi, koska yritykset pyrkivät suunnitelmissaan tuottamaan sen tuotoksen, jolle on kysyntää ja siten saamaan suunnitellun virheen nollassi.⁹

Mallissa edellisen neljänneksen jäännöstermi vähennetään seuraavan neljänneksen sovitteesta eli kysynnästä (MA(1)-termi kertomella yksi). Tämä voidaan jäännöstermin luonteen perusteella tulkita suunnittelemtomien varastojen muutosten kompensoinniksi välittömästi seuraavalla neljänneksellä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että jos tarjonta on ylittänyt kysynnän edellisellä neljänneksellä (jäännöstermi ja varastojen muutos positiivinen), seuraavalla neljänneksellä («käytetään» varastoon tehty työ tai tuotteet ja) tuotetaan tämän verran vähemmän. Vastaavasti kun kysyntä on ylittänyt tarjonnan edellisellä neljänneksellä, seuraavalla neljänneksellä tuotetaan edellisen neljänneksen vajauksen verran ylimääräistä. Mallissa tarjonta siis pyritään samaan samaksi kuin kysyntä ehdolla, että kompensatio suoritetaan.

⁹ Suunnittelemtomiin varastojen muutoksiin sisältyy tässä myös lakkojen ym. syiden takia tehty liian pieni tai suuri työmäärä ja muut vastaavanlaiset abstraktit varastojen muutokset.

Liitteen estimointituloksista nähdään, että MA(1)-termi on tilastollisesti erittäin merkitsevä. Mallin pitää sisältää olennaiset vaikutukset ja mittausvirheiden osuus sen muuttujissa täytyy olla pieni, jotta yllä kuvatun kaltainen mallin omista virhetermeistä syntyvä voimakas ominaisuus voisi estimoitua siihen.

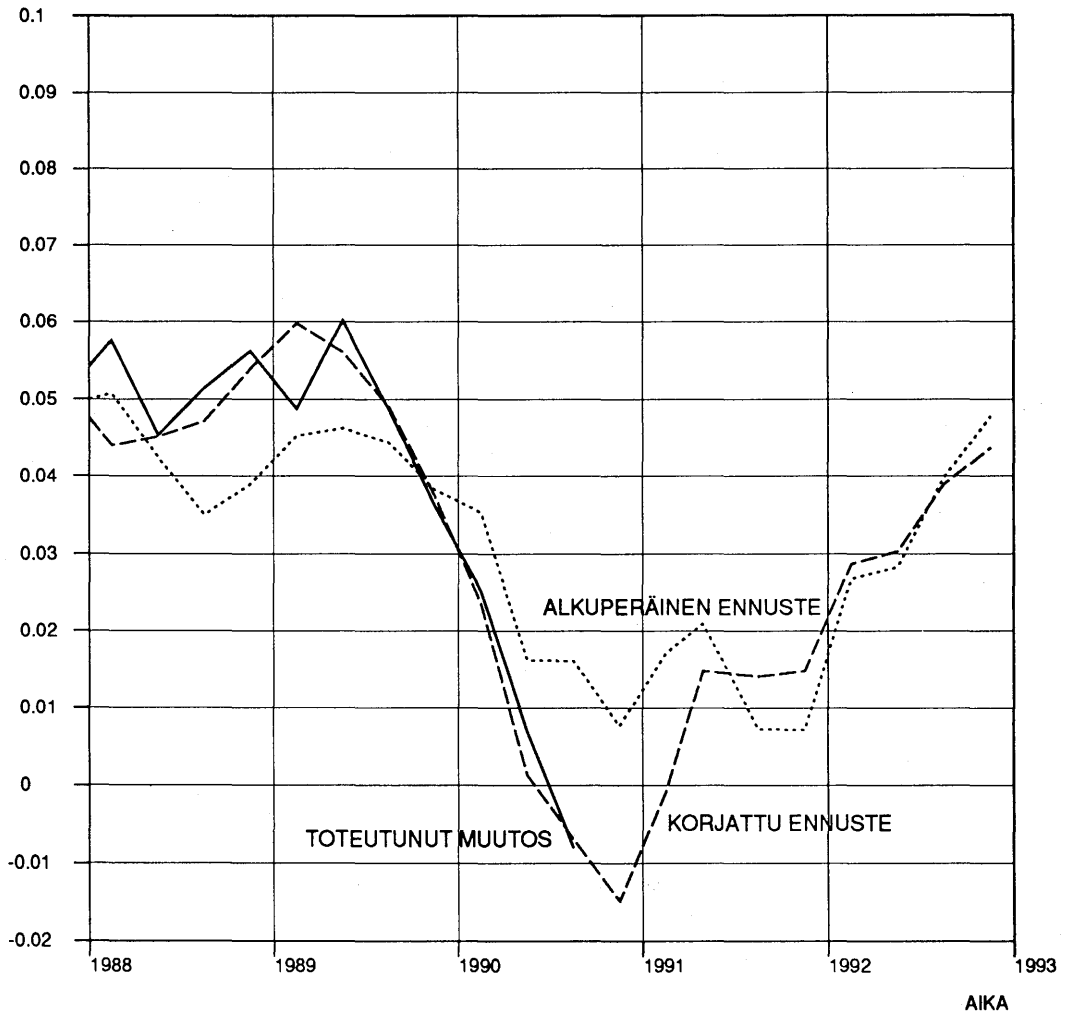
3.5 Asuntomarkkinahäiriön vaikutus ennusteperiodilla

Luoton säännöstelyn kevenemisen seurakseen asuntojen kysyntä lähti voimakkaaseen

nousuun vuonna 1987. Tämä aiheutti asuntojen hintojen puolitoista kertaistumisen vuosina 1987—1989. Kysynnän lisääntyminen ja nouseva hintataso kiihdytti asuntojen tuotantoa voimakkaasti. Kun tarjonta oli viipeellä saatu vastaamaan kysyntää, hintojen nousu ensin tasaantui ja kääntyi sitten laskuksi vuoden 1989 loppupuolella. Lisääntyneen tuotannon seurauksena oli asuntomarkkinoille syntynyt ylitarjontaa, joka luonnollisesti vähensi asuntojen tuotantoa.

Kysyntä-tarjonta-kehikossa voidaan asuntomarkkinoilla vallitseva poikkeuksellisen

Kuvio 1b. Asuntojen hintojen muutoksen vaikutuksella korjatut ennusteet.



suuren asuntojen kysynnän ja tarjonnan välisen epätasapainon aiheuttama asuntotuotannon muutos approksimatiivisesti mallittaa asuntojen reaalihinnan muutoksella. Muuttujan järkevyyden perustuu yksinkertaiseen mekanismiin. Asuntojen hinnan nousu on signaali ylikysynnästä. Tällöin asuntotuotantoa lisätään. Vastaavasti, kun hinnat laskevat, asuntotuotantoa vähennetään.

Kuviossa 1 B näkyy asuntojen tuotannon poikkeuksellisen suuren nousun aiheuttama arvioitu lisäys bkt:n muutoksissa vuosina 1988—1989. Kuviosta nähdään myös miten asuntotuotannon väheneminen pahentaa vuosien 1990—1991 laskusuhdannetta. Proksisellittäjänä asuntotuotannon muutoksille on käytetty asuntojen reaalihintojen muutosten muutosta noin neljällä neljänneksellä viivästettynä.

Kirjallisuus

- Box, G. ja Jenkins, G. (1970): *Time Series Analysis*, 337—418, Holden-Day, San Francisco.
- Box, G. ja Tiao, G. (1975): »Intervention Analysis With Applications to Economic and Environmental Problems», *Journal of American Statistical Association*, 70, 70—79.
- Hirvonen, P. (1989): »Kysyntä — tarjonta -kehikon mukainen siirtofunktio malli bruttokansantuotelle», Pro gradu -tutkielma, HY:n valtiotieteellinen tdk, huhtikuu 1989.
- Hirvonen, P. (1989): »Kysyntä — tarjonta -kehikon mukainen siirtofunktio malli bruttokansantuotelle», *Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, Keskustelualoitteita nro 295*.
- Hirvonen, P. (1989): »Aikasarja-analyysi finanssipolitiikan vaikutusviipeistä», *Valtionvarainministeriön kansantalousovosaston keskustelualoitteita nro 23*.
- Kanniainen, V. ja Suvanto, A. (1974): »Koe rahataloudellisten ja eräiden tulo- ja hintamuuttujien välisten viivästysrelaatioiden selvittämiseksi Suomen kansantaloudessa», *HY:n kansantaloustieteen laitoksen keskustelualoitteita nro 11*.
- Myhrman, R. (1981): »Budjetti-indikaattorit finanssipolitiikan apuna», *Kansantaloustieteellinen aikakauskirja*, 77, 418—434.
- Rahiala, M. (1986): »Identification and Preliminary Estimation in Linear Transfer Function Models», *Scandinavian Journal of Statistics*, 13, 239—255.
- Seber, G. (1977): *Linear Regression Analysis*, John Wiley & Sons, New York
- Vartia, P. (1974): *An Econometric Model for Analyzing and Forecasting Short-Term Fluctuations in the Finnish Economy*, Elinkeinoelämän Tutkimuslaitos, Sarja A2. Helsinki.
- Öller, L.-E. (1978): *Time Series Analysis of Finnish Foreign Trade*, s.73—81, Finnish Statistical Society, Helsinki.
- Öller, L.-E. (1985): »Macroeconomic Forecasting with a Vector Arima Model», *International Journal of Forecasting* 1(1985), 143—150.

Estimointitulokset

Estimointiperiodi on 1978/1—1987/4 (40 neljännesvuosihavaintoa). Mallin sovitteet ja ennusteet on esitetty kuviossa 1 A.

Taulukko 1. Mallin estimointitulokset

$$\begin{aligned}
 d4y_t = & 0.036 + 0.50 d4b_{t-4.5} + 0.34 d4x^w_{t-2} - 0.21 d4p_{t-5.6} - 0.059 d4z_{t-4.5} \\
 & (81.3) \quad (13.4) \quad (27.1) \quad (-13.9) \quad (-20.0) \\
 & + 0.019 d4sel_{t-5.8} - 0.43 d4rk_{t-7.5} + 0.26 d1d4m1_{t-4.3} + 0.071 d4x^e_{t-0.4} \\
 & (2.9) \quad (-22.9) \quad (14.0) \quad (16.4) \\
 & + [(1-0.99 B)/(1 + 0.19 B + 0.32 B^2)] e_t, \\
 & (11.2) \quad (-1.3) \quad (-2.3)
 \end{aligned}$$

missä B on viiveoperaattori.

SELITYSOSUUS (R²)94

JÄÄNNÖKSEN ESTIMOIDUT AUTOKORRELAATIOT:

VIIVE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
autokorr.	-.12	-.23	-.12	-.17	.03	.04	-.04	-.10	-.10	.10
keskivirhe	.14	.15	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16	.16

Taulukossa 1 merkintä d4 tarkoittaa differenssiä neljällä viipeellä (kausidifferenssi). Vastaavasti d1 tarkoittaa differenssiä yhdellä viipeellä. Pienellä kirjaimella merkityt muuttujat ovat alkuperäisten muuttujien luonnollisia logaritmeja. Alaindeksissä oleva luku kertoo keskimääräisen vaikutusviipeen neljänneksinä ja e on virhetermi. t-arvot ovat sulkeissa.

Muuttujaluettelo:

- d4y = bkt:n, pl. maatalous, logaritminen vuosimuutos
- d4b = valtionvarainministeriön julkisen sektorin vaikutusindikaattori; vaikutusviive n. vuosi
- d4x^w = länsivientikysyntäindikaattori, joka koostuu 12 tärkeimmän läntisen vientimaan vientiosuuksilla painotettujen teollisuustuotannon volyyymi-indeksien logaritmisesta vuosimuutoksesta; vaikutusviive n. puoli vuotta
- d4p = em. maiden tuonnin yksikköarvoindeksien muutoksen ja Suomen ulkomaanvaluuttaisen vientihintaindeksin muutoksen erotus; vaikutusviive n. 1—2 vuotta
- d4z = öljyn markkamääräisen maailmanmarkkinahinnan logaritminen vuosimuutos; vaikutusviive n. vuosi
- d4sel = sellun markkamääräisen maailmanmarkkinahinnan logaritminen vuosimuutos; vaikutusviive n. puolitoista vuotta
- d4rk = reaalikoron, nimelliskorko miinus inflaatio, logaritminen vuosimuutos; vaikutusviive n. 1.5—2.5 vuotta
- d1d4m1 = bkt:seen suhteutetun suppean rahan (M1) määrän muutoksen muutos; vaikutusviive n. vuosi
- d4x^e = itäviennin volyyymi-indeksin logaritminen vuosimuutos; vaikutusviive n. 0.4 vuosineljännestä