

VATTAGE – yleisen tasapainon malli Suomen taloudesta

Juha Honkatukia

Yksikönjohtaja

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus

1. Johdanto

Laskennallisten yleisen tasapainon mallien (YTP-mallien) käyttö politiikka-analyysiin on viime vuosina yleistynyt nopeasti. Tasapainomallien kehitystyöhön liittyy sekä talousteoreettisia että käyttötärpeistä kumpuavia tekijöitä. Poliittikkavaihtoehtojen kvantitatiivinen arviointi edellyttää tietysti sinänsä laskennallisia menetelmiä, mutta kuluttajan ja yrityksen teoriaan pohjautuvina tasapainomallit soveltuvat esimerkiksi rakenteellisten kysymysten arviointiin erityisen hyvin. Toisaalta vastaukset moniin teoreettisiin kysymyksiin riippuvat vallitsevista olosuhteista ja vaativat siksi numeerista analyysia. Näin on varsinkin silloin, kun toimialoja on monia ja muutos synnyttää eri suuntiin vieviä kehityslinjoja.

Numeeriset tasapainomallit voidaan nähdä luonnollisiksi laajennuksiksi panos-tuotosmalleihin, joita on käytetty vuosikymmenet julkispolitiikan vaikutusten arviointiin. Numeeriset tasapainomallit laajentavat panos-tuotomalleja huomioimalla korvausmahdollisuuden eri pannonsten välillä. Ero on kuitenkin itse asiassa suurempi, sillä YTP-mallit nojaavat talousteo-

reettiin käyttäytymismalleihin jo pelkän panoskysynnänkin mallintamisessa.

Laskennallisten yleisen tasapainon mallien keskeiset piirteet ovat:

- 1) Yleisyys – Malleissa käsitellään eksplisiittisesti useiden talouden toimijoiden optimointikäyttäytymistä. Tästä syystä mallit korostavat hyödykkeiden ja tuotannontekijöiden hintojen vaikutusta kulutus- ja tuotantopäätöksiin. Usein ne kuvaavat myös julkisen sektorin, investointien ja palkanmuodostuksen optimointikäyttäytymisen avulla.
- 2) Markkinatasapaino – Mallit kuvaavat kysyntä- ja tarjontapäätösten vaikutuksen hyödykkeiden ja tuotannontekijöiden hinnanmuodostukseen kaikilla markkinoilla.
- 3) Numeerisuus – Mallien kaikkien yhtälöiden kertoimet ja parametrit arvioidaan tietokantojen perusteella. Keskeinen osa tällaista tietokantaa on panos-tuotosaineisto, joka kuvaa hyödykkeiden ja tuotannontekijöiden käyttöä yhden vuoden aikana. Se ei

kuitenkaan yksinään riitä talouden toimijoiden käyttäytymisen kuvaamiseen, vaan tietokantaan liittyvät olennaisina osina muun muassa tulo muodostusta ja tulojakoa kuvaavat tiedot. Mallien käyttäytymistä kuvaavien funktioiden spesifioiminen edellyttää lisäksi tietoa muun muassa tuotannon tekijöiden välistä substituotavuutta kuvaavista parametreista sekä kulutushyödykkeiden hinta- ja tulojoustoista.

Ensimmäisenä laskennallisena YTP-mallina pidetään yleisesti Johansenin (1960) mallia, jossa esiintyvät niin kuluttajien ja yritysten optimointikäyttäytyminen, hintojen määrytyminen markkinatasapainoehdoista kuin laskennallisuuskin. Mallien kehitys kytkeytyy kuitenkin läheisesti myös teoreettiseen työhön yleisen tasapainon mallien ympärillä. Siihen perustuen Scarf kehitti algoritmin mallien numeeriseksi ratkaisemiseksi, mistä syntyi YTP-mallinnuksen ensimmäinen aalto Yhdysvalloissa 1970-luvulla (esimerkiksi Scarf 1973, Shoven ja Whalley 1972, 1973, 1974). Osaltaan YTP-mallien suosiota kasvattivat myös ekonometristen makromallien rajoitukset – esimerkiksi soveltumattomuus hyvinvointivaikutusten tarkasteluun – jotka tulivat vastaan samaan aikaan.

Lopulliseen YTP-mallien läpimurtoon vaikutti toki myös laskentakapasiteetin kasvaminen ja simulointiohjelmistojen saatavuuden paraneminen. 1990-luvun alkuun mennessä YTP-mallit olivat vakiintuneet erääksi keskeisistä soveltavan taloustieteen menetelmistä, josta oli julkaistu useita oppikirjoja (esimerkiksi Dervis et al. 1982, Shoven ja Whalley 1992 sekä Dixon et al. 1992), ja jota sovellettiin sekä akateemisissa opinnäytteissä että soveltavassa tutkimuksessa. Suomessa akateeminen kiinnos-

tus tasapainomallien käyttöön juontaa 1990-luvulle, ja viime vuosina menetelmää on käytetty soveltavan tutkimuksen lisäksi useissa väitöskäytöksissä.

YTP-malleja on sovellettu varsin laajojen kysymysten tarkasteluun, mutta luontevimmat sovellusalueet löytyvät talouspolitiikan vaikutusten tai toimintaympäristössä tapahtuvien muutosten vaikutusten analyysistä. Malleja on sovellettu esimerkiksi verotuksessa, julkisessa kysynnässä ja sosiaaliturvan rahoituksessa sekä ympäristöpolitiikassa tapahtuvien muutosten vaikutusten arviointiin. Toimintaympäristön muutoksen osalta kohteena ovat olleet muun muassa maailmankaupassa (esimerkiksi tariffeissa tai maailmanmarkkinahinnoissa), teknologiassa ja luonnonvarojen saatavuudessa tapahtuvien muutosten vaikutukset. Mallien yksityiskohtaisuus mahdollistaa vaikutusten arvioinnin hyvin yksityiskohtaisella tasolla, ja tuloksia voidaan helposti tarkastella joko makrotalouden tasolla, toimialan tasolla, alueellisesti, työmarkkinoiden ja tulojaon näkökulmista tai esimerkiksi ympäristönäkökulmasta.

Tasapainomallin käytön suurin etu julkispolitiikan analyysissä vain joitakin toimialoja käsittelevään osittaistasapainomalliin verrattuna on vuorovaikutusten huomioiminen johdonmukaisella tavalla läpi koko talouden. Jos politiikan muutos muuttaa hintasuhteita jollain sektorilla, leviää muutos toimialojen vuorovaikutusten seurauksena koko talouteen. Kaikki nämä muutokset tulevat huomioiduksi tasapainomallia käytettäessä.

Yleisen tasapainon mallien tuloksiin vedotaan monissa yhteyksissä, mutta suurelle osalle yleisöstä ne jäävät mustiksi laatikoiksi ja tulokset uskon asioiksi. Tasapainomallien metodologia on kuitenkin hyvin vakiintunutta, ja niiden logiikan ymmärtäminen on mahdollista,

vaikkei aiheeseen yksityiskohtia myöten paneutuisikaan.

Tässä artikkelissa pyritään avaamaan yleisen tasapainon mallien rakennetta, mallien käyttämää tietoaainestoa ja niiden tulosten tulkintaa VATTAGE-mallin rakennetta ja yksinkertaisia esimerkkisimulointeja käyttäen.

2. VATTAGE-malli

Valtion taloudellisessa tutkimuskeskuksessa kehitetty VATTAGE-malli on dynaaminen yleisen tasapainon malli, jota on sovellettu ennen kaikkea veropolitiikan ja energia- ja ympäristöpolitiikan vaikutusten arviointiin sekä pitkän aikavälin talousskenaarioiden laadintaan. Malleilla voidaan tuottaa rahamääräisiä arvioita talouden reagoinnista erilaisiin politiikan tai ympäröivän maailman muutoksiin. Skenaariokäytössä mallien avulla voidaan tarkastella erilaisten rakenteellisten tekijöiden yli ajan tapahtuvan muutoksen aikaansaamaa kasvua ja tuotanto- ja kulutusrakenteen muutosta.

Varsinaisista ennustemalleista tasapainomalleissa ei ole kysymys, pikemminkin ne mahdollistavat erilaisia rakenteellisia tekijöitä koskevien ennusteiden ja näkemysten yhdistämisen konsistenteiksi kokonaistaloudellisiksi skenaarioiksi. Malli pohjautuu laajalti käytettyyn MONASH-malliin (Dixon ja Rimmer 2002). Sitä on kuitenkin esikuvaansa verrattuna laajennettu useiden Suomen kansantalouden kannalta keskeisten piirteiden osalta.

Talouden kuvauksen perustana on tietokanta, joka esittää talouden toimijoiden välisiä taloustoimia ja kunkin toimijan joko välituotteisiin tai lopputuotteisiin kohdistuvaa kysyntää. Perustaltaan malli on suuri joukko kuluttajan ja yrityksen teoriasta johdettuja käyttäytymissääntöjä, kysyntä- ja tarjontafunktioita, jotka

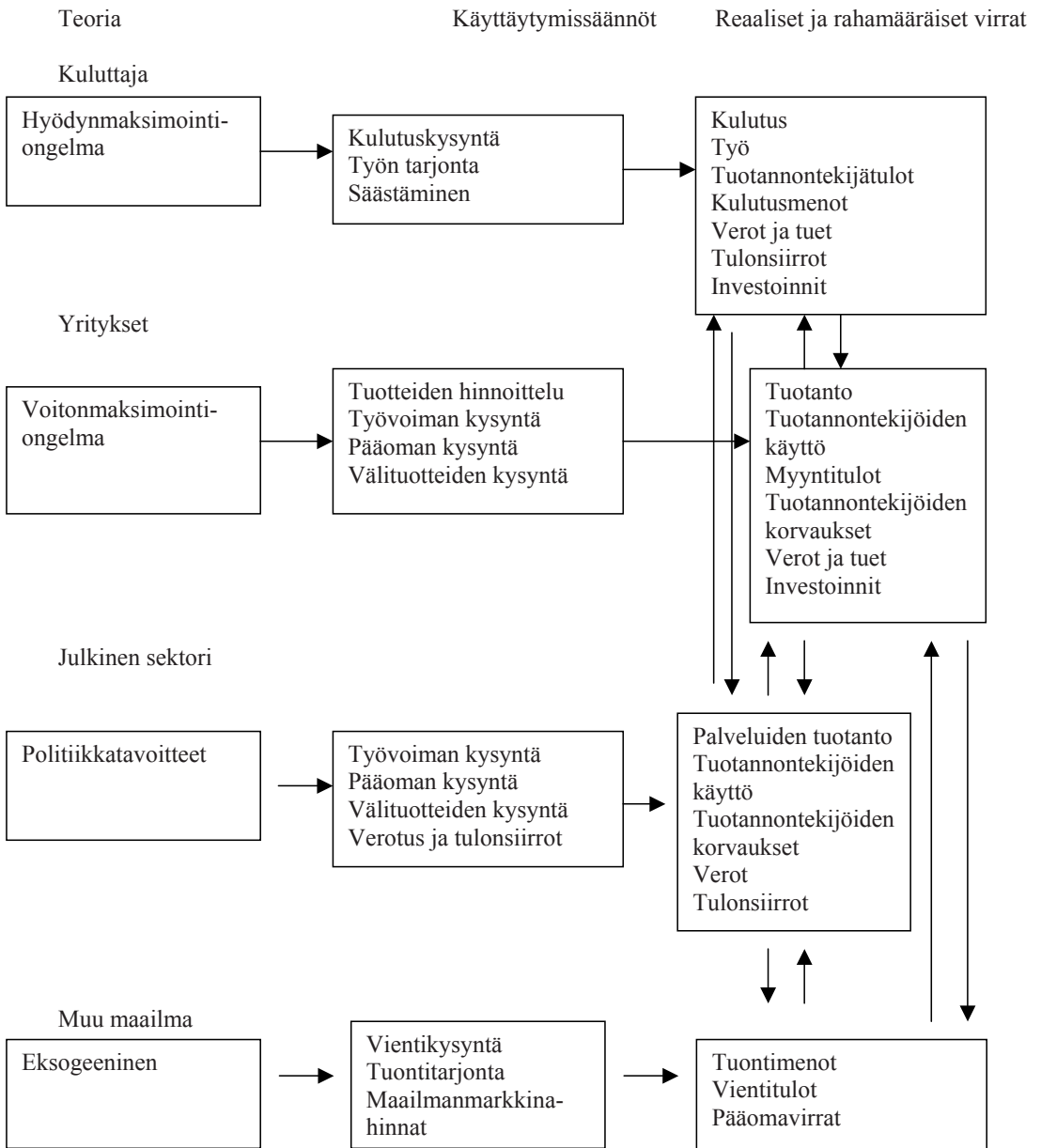
kattavat kaikki markkinat, niin tuotteet kuin tuotannon tekijätkin, sekä kysynnän, tarjonnan, tulojen ja menojen kohdentumista koskevia tasapainoehtoja. Mallin rakentumista ja siinä esiintyviä vuorovaikutuksia havainnollistaa kuvio 1.

Mallilla tehtävät arviot perustuvat tietokantaan ja talouden toimintaa kuvaavaan matemaattiseen malliin. Tyypillinen toimialatietokanta on panos-tuotostaulu, joka määrittelee talouden toimijoiden keskinäisen vaihdannan yhden vuoden aikana. Tämän lisäksi on määriteltävä tulojen lähteet ja saajat talouden eri sektoreilla. Esimerkiksi palkkatulojen lähteenä ovat yritykset ja julkinen sektori ja saajana kotitaloudet. Tällaisia tietoja panos-tuotosaineisto ei sisällä, vaan ne on kerättävä muista lähteistä. Tulojen ja menojen kohdentuminen mallissa voidaan myös perustaa talusteoriaan.

Malli jakautuu pääpiirteissään kuvion 1 mukaisesti teoreettisiin osiin, joissa kuvataan talouden toimijoiden käyttäytyminen. Toisen osan muodostavat tasapainoehdot, minkä lisäksi malli käsittää suurehkon määrän erilaisia simulointitulosten analyysiä helpottavia raportointimuuttujia.

Kuluttaja kuvataan mallissa hyödynmaksimoijana, jonka hyvinvoinnin muutoksia mitataan kulutuksen kautta. Mallissa oletetaan kulutuksen seuraavan lineaarista menojärjestelmää, jonka joustoparametrit on estimoitu aikasarjaaineiston perusteella. Menojärjestelmän budjettiosuudet määräytyvät suoraan Tilastokeskuksen tarjonta- ja käyttötaulujen perusteella. Yksittäisiä kulutushyödykkeitä VATTAGE-mallin sovelluksissa on tyypillisesti noin 60, mutta tietokanta sisältää tiedot useista sadoista eri hyödykkeistä. Työn tarjonnan osalta malli olettaa keskitetyn palkanasetannan, joka ei ole

Kuvio 1. Tasapainomallin rakenne



suoraan kytköksissä hyödynmaksimointipäätöksiin. Kuluttajan valintaa rajoittavat tuotanton tekijätulot ja julkiselle sektorille maksetut verot sekä julkiselta sektorilta saadut tulonsiirrot. Kuluttajan säästöt kohdentuvat sekä kotimaisiin että ulkomaisiin vaateisiin, joiden osalta tietokanta kattaa toteutuneen historian useiden vuosien ajalta.

Yritykset kuvataan voitonmaksimoijina, jotka toimivat vakioskaalatuottojen ja täydellisen kilpailun mukaisesti. Täydellisen kilpailun oletus tarkoittaa sitä, että hinnoittelussa ei noudateta mark-up-sääntöjä, mutta malli mahdollistaa kuitenkin katteiden käsittelyn kahtakin kautta. Tietokantaan on ensinnäkin kuvattu tavaroiden ja palvelujen välittämiseen liittyvät marginaalit, mikä tarkoittaa sitä, että tuotteiden käyttäjähinta koostuu paitsi tuotantokustannuksista, myös marginaaleista ja tuoteveroista. Lisäksi suuria katteita voidaan käsitellä omana kustannuseränä, joka vaikuttaa suoraan yrityksen hinnanmuodostukseen.

Tuotantofunktiot noudattavat YTP-malleissa yleisesti käytössä olevaa useampitasoista rakennetta, jossa välituotekäyttö muodostaa oman, lineaarisen osansa, jossa suhteelliset hinnat eivät vaikuta eri hyödykkeiden kysyntään, mutta jossa primaarituotannon tekijöiden välinen substituuio on mahdollista. Mallissa oletetaan lisäksi, että energiahyödykkeet ja primaarituotannon tekijät ovat substituotavissa keskenään. Pääoman ja työpanoksen väliseksi substituuiojoustoksi on mallissa oletettu kirjallisuuden perusteella 0,5 (Jalava, Pohjola, Ripatti ja Vilmunen 2006). Energiapanosten ja primaarituotannon tekijöiden välinen substituuiojousto noudattaa kansainvälisellä aineistolla tehtyä arviota (Badri ja Walmsley 2008). Sovelluksissa VATTAGE-malli ottaa tyypillisesti huomioon noin 40 eri toimialaa, mutta

mallin tietokanta on huomattavasti disaggregoidumpi.

Investoinnit määräytyvät mallissa pääoman tuottoasteen mukaisesti. Siinä oletetaan, että investoinnit noudattavat logistista investointifunktiota, jossa investoinnit ohjautuvat niille toimialoille, joilla pääoman tuoton odotetaan olevan kasvussa. Pitkällä aikavälillä investointien tuoton odotetaan kuitenkin noudattavan trendiä, mikä tarkoittaa sitä, että (efektiivisen) työpanoksen ja pääoman suhde on pitkällä tähtäimellä vakio. Investointihyödykkeet on mallissa kuvattu toimialoittain kansantalouden tilinpidosta saatavien investointi- ja hyödyketeitojen perusteella. Pääoma on siis aidosti sektorisepiä, eikä voi siirtyä toimialalta toiselle. Tämä on eräs tietokannan tärkeimpiä piirteitä, jolla on vaikutusta myös mallin dynamiikkaan.

Julkinen sektori on VATTAGE-mallissa kuvattu varsin kattavasti. Julkista kysyntää on mahdollista tarkastella valtion, kuntasektorin ja sosiaaliturvarahastojen osalta erikseen, mikä lisäksi jokaisen sektorin keräämät verot ja maksut sekä verotuksen kautta maksetut tuet on mallinnettu erikseen. Malli kattaa myös tulonsiirrot julkisen ja yksityisen sektorin välillä sekä kuntasektorin, rahastojen ja valtion välillä. Tästä syystä erilaisten julkisen sektorin tilaa kuvaavien alijäämäkäsitteiden käyttö on mahdollista. Julkisen sektorin mallinnus perustuu kansantalouden tilinpitoon ja osittain sen lähteineistoihin. Julkisen sektorin menokehitystä voidaan kuvata eri tavoin, mutta pääpiirteisään menot riippuvat julkis palvelujen kysyntään vaikuttavien eri väestöryhmien kasvusta mallin arvioidessa kustannuskehityksen julkis palveluja tuottavilla toimialoilla, kun taas siirtomenot voidaan esimerkiksi indeksoida hinta- ja palkkakehitykseen tai niitä voidaan kohdella päätösmuuttujina.

Muun maailman osalta VATTAGE-malli rajoittuu tarkastelemaan vientiä ja tuontia EU-maihin ja EU:n ulkopuoliseen maailmaan. Tälläkin tasolla voidaan kuitenkin tarkastella esimerkiksi EU:n kauppapolitiikan vaikutuksia. Tuontihyödykkeiden kysyntä johdetaan oletuksesta, että sekä kuluttajat että yritykset käyttävät kotimaisten tuotteiden lisäksi tuontituotteita, jotka ovat YTP-malleissa yleisesti käytetyn Armington-oletuksen mukaisesti epätäydellisiä substituutteja. Kysyntä kohdistuu kotimaisten ja tuontituotteiden aggregaattiin, jonka jakautuminen kotimaisen tuotteen ja tuontitavaroiden välillä riippuu niiden suhteellisesta hinnasta. Tämän oletuksen operationalisoimiseksi tarvittavat joustoparametrit perustuvat kansainvälisellä aineistolla tehtyyn tutkimukseen (Hertel ym. 2008).

Viennin osalta malli tarjoaa mahdollisuuden käsitellä kotimaahan tehtyjä tuotteita joko täydellisinä tai epätäydellisinä substituutteina. Jälkimmäisessä tapauksessa vientituotteen tarjonta suhteessa kotimaahan kohdistuvaan tarjontaan riippuu suhteellisesta hinnasta koti- ja vientimarkkinoilla. Mahdollisuus tällaiseen tarkasteluun voi olla relevanttia esimerkiksi kotimaisen raaka-ainekäytön joutuessa kilpailemaan vientikysynnän kanssa. Ulkomaankaupan lisäksi tietokanta käsittää maksutaseen. Sekä kotitalouksien että julkisen sektorin vaateet ja vastuut ulkomaille on mallinnettu eksplisiittisesti, samoin ulkomaisten omistukset Suomessa. Finanssi-investoinnit eivät ole mallin kannalta keskeinen kiinnostuksen kohde, mutta niillä on merkitystä hyvinvointivaikutusten arvioinnissa, jos esimerkiksi osa suomalaisyrityksiä koskevista vaikutuksista valuu ulkomaille.

Mallin dynamiikkaan liittyy kaksi keskeistä piirrettä. Ensimmäinen koskee investointeja fyysiseen pääomaan ja arvopapereihin, toinen

puolestaan palkkojen määräytymistä. Investoinnit jakautuvat toimialojen välillä pääoman odotetussa tuotossa tapahtuvien muutosten mukaisesti. Odotuksien sopeutumisen voidaan joko olettaa olevan hidasta tai sitten malli voidaan ratkaista rationaalisin odotuksin. Tällaisen investointifunktion teoreettinen tausta löytyy lähinnä Tobinin investointimallista.

Mallissa käytettävän investointifunktion etuna sovelletussa mallissa on, että se on helposti sovitettavissa sekä aikasarja-aineistoon että erilaisiin ennusteisiin pitkän aikavälin tuototrendeistä. Investointiyhtälöiden ratkaisu perustuu tietoon pääomakannan kulumisesta, käytössä olevasta pääomakannasta ja mallin perusvuoden investoinnista sekä pääoman tuoton trendeistä menneisyydessä. Nämä tiedot ovat saatavissa peräkkäisiltä vuosilta toimialatasolla koko 2000-luvulta. Jotta malli toistaisi perusvuoden ratkaisun, vaaditaan sekä investointitietojen, investointihyödykkeiden kysyntätietojen että pääomakantatietojen yhteensopivuutta kansantalouden tilinpidon kanssa. Suomen osalta näin kattavat tiedot ovat käytettävissä, mikä lisää mallin realismia moniin ulkomaisiin sovelluksiin nähden.

Palkkojen määräytymisen osalta mallissa oletetaan, että reaali-palkat asetetaan keskitetyksi siten, että ne sopeutuvat politiikkasimuloinnissa hitaasti muutoksiin odotetusta reaali-palkka- ja työllisyyskehityksestä. Palkat pyrkivät kuitenkin konvergoitumaan tasapainouralle. Palkkayhtälö noudattaa läheisesti NAIRU-teoriaa. Sen parametrien vaikutusta mallin tuloksiin tarkastellaan lähemmin seuraavissa kappaleissa.

Mallin dynamiikkaan liittyy läheisesti myös talouden kehitystä kuvaava perusura, joka muodostaa vertailupohjan talouspolitiikan vaikutusten arvioimiselle. Monien kes-

keisten parametrien osalta nojaututaan joko trendeihin tai arvioihin. Keskeinen piirre mallissa on se, että perusura toistaa lähtökohtaisesti lähivuosien talouskehityksen. Tähän perustuen voidaan arvioida muun muassa tuottavuuden trendejä, jotka osaltaan vaikuttavat talouden rakenteen kehitykseen.

Skenaarioon voidaan myös tuoda muihin tutkimuksiin perustuvia arvioita. Esimerkiksi oletukset säästämisasteen kehityksestä perusuralla voidaan perustaa väestön ikääntymisen huomioiviin arvioihin. Perusskenaarion laskeminen vaatii kuitenkin mallin ulkopuolisen aineiston käyttöä esimerkiksi maailmanmarkkinoiden kehityksestä ja kotimaisten tuotannon tekijöiden saatavuudesta. Tyypillisesti VATTAGE-mallin laskelmissa on pyritty keskeisten makrotaloudellisten oletusten osalta yhteensopivuuteen Suomen taloutta koskevien keskipitkän ja pitkän aikavälin ennusteiden kanssa. Tällaisia ennusteita sisältyy esimerkiksi EU:n vakausohjelmaan ja pitkän aikavälin julkisten menojen kehitysennusteisiin. Toimialatasolla malli mahdollistaa myös erilaisten asiantuntijäkemysten hyödyntämisen ja niiden konsistenssin testaamisen.

3. Esimerkki VATTAGE-mallin sovelluksesta verotuksen vaikutusten arviointiin

Tyypillinen YTP-mallien sovelluskohde on verotuksen painopisteen muuttamisen vaikutusten arviointi. Tässä esimerkissä oletan, että energiahyödykkeiden veroja korotetaan 10 prosenttia ja että kasvanut hyödykeverokertymä kompensoidaan kuluttajille joko siten, että budjetti tasapainotetaan välittömästi, tai siten, että tasapainottaminen tapahtuu yli ajan. Kompensoinnin oletan tapahtuvan palkkatulojen

verotusta alentamalla. Esimerkki ei ole erityisen realistinen, koska energiaverotuksen suuntaus on ollut hiilidioksidiveroja kohti, kun taas tässä korotetaan kaikkia olemassa olevia veroja päästöihin katsomatta. Veronkorotus ei siten kohdennu ympäristön kannalta ohjaavasti. Myöskään kompensoiva tuloveron alennus ei ole realistinen, koska tuloverot kohdentuvat myös muihin tulonlähteisiin kuin palkkatuloihin. Laskelman avulla voidaan kuitenkin havainnollistaa mallin kuvaamia keskeisiä vaikutuskanavia.

VATTAGE-mallissa energianverotuksen piiriin kuuluvat kaikki fossiiliset liikennepolttonesteet ja lämmityspolttonesteet sekä turve, maakaasu ja kivihiihi. Sen lisäksi tietokanta kattaa sähkönkulutuksen ja puun polttoainekäytön. Esimerkilaskelmassa korotus koskisi myös sähkön ja puupolttoaineen veroa. Koko kansantalouden tasolla näiden verojen veroaste on noin 8 prosenttia energiahyödykkeiden verottomasta käytöstä. Palkkatulojen keskimääräiseksi veroasteeksi tulee tietokannan perusteella noin 17 prosenttia, mihin eivät sisälly muun muassa sosiaaliturvamaksut.

Energiaverojen korotuksen tuottamalla tuolla palkkatuloihin kohdistuvaa veroa voitaisiin laskea noin 3 prosenttiyksiköllä. Laskelmassa oletetaan, että verotusta muutettaisiin vuonna 2010 ja että muutokset jäisivät voimaan seuraavina vuosina. Vuoden 2010 osalta muutos olisi siis lähtökohtaisesti budjettineutraali mutta ei välttämättä enää seuraavina vuosina.

Esimerkin kaltaisella verotuksen painopisteen muutoksella on useita ristiriitaisia vaikutuksia. Keskeiset vaikutuskanavat voidaan kuitenkin ymmärtää mallin rakennetta kuvaavien tyyliteltyjen yhtälöiden avulla.

VATTAGE-mallin keskeiset yhtälöt voidaan tiivistää vakioskaalatuotot olettaen tuotanto-

funktioon ja työvoiman L kysyntää kuvaavaan reaali-palkkayhtälöön. Tyyliteltyssä tarkastelussa sivuutetaan välituotekäyttö, jolloin tuotantoa Y voidaan kuvata yhtälöllä

$$(1) \quad Y = A * F(K, L).$$

Tuotantofunktiossa oletetaan vakioskaalatuotot. Koska pääomakannan K sopeutuminen toteutuu vasta investointien valmistuttua, on pääomakanta lyhyellä tähtämellä kiinteä. Yhtälössä muuttuja A mittaa teknistä kehitystä.

Verojen vaikutusten kannalta on keskeistä, kuinka työn rajatuottavuus muuttuu. Rajatuottavuuteen vaikuttaa palkanasetanta, joka oletetaan keskitetyksi. Työpanokselle maksettavaa tuotannontekijäkorvausta kuvaa yhtälö

$$(2) \quad W = \frac{P_g}{T_g} * A * f\left(\frac{K}{L}\right).$$

Tässä W kuvaa nimellispalkkoja (ennen veroja), P_g on BKT-deflaattori, $T_g = 1 + t_g/100$ parametrin t_g kuvatessa epäsuorien verojen keskimääräistä astetta (nk. power of tax) ja $A * f(K/L)$ on työpanoksen rajatuotto.

Yhtälö (2) voidaan ilmaista muodossa

$$(3) \quad \frac{WAT}{P_c} * T_w = \frac{P_g}{T_g} * A * f\left(\frac{K}{L}\right) * \frac{1}{P_c},$$

jossa WAT kuvaa reaali-palkkaa verojen jälkeen, $T_w = 1 + t_w/100$ kuvaa palkkatulojen verotusta ja P_c on kuluttajahintadeflaattori. Työn rajatuotto voidaan siten ilmaista muodossa

$$(4) \quad f\left(\frac{K}{L}\right) = \frac{WAT}{P_c} * (T_w T_g) * \left(\frac{1}{A}\right) * \left(\frac{P_c}{P_g}\right).$$

Mallin keskeiset oletukset ovat ensinnäkin se, että pääoma on lyhyellä tähtämellä joustamaton, toiseksi se, että työpanokselle maksetaan

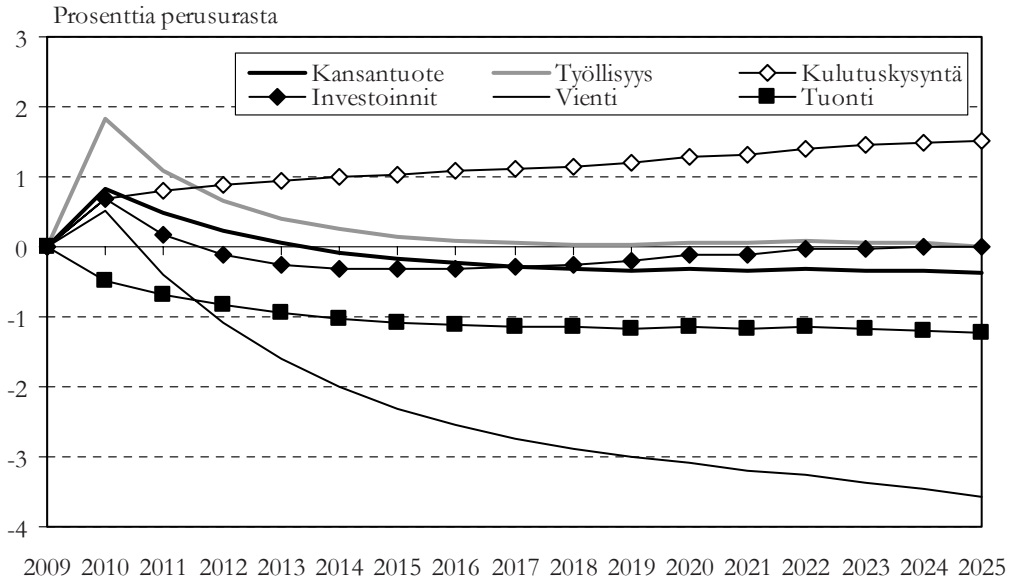
tuotannontekijäkorvaus yhtälön (2) mukaisesti, ja kolmanneksi se, että palkanasetannasta seuraa jäykkyyttä käteen jäävän reaali-palkan suhteen (WAT/P_c sopeutuu hitaasti yhtälössä(4)).

Esimerkin mukaisessa verotuksen painopisteen muutoksessa muutetaan toisaalta epäsuorien verojen astetta (mikä kasvattaa termiä T_g), ja lasketaan tuloveroastetta (mikä laskee termiä T_w). Vaikutukset kysyntään riippuvat siitä, kuinka paljon tuotannon hinta P_g muuttuu, kun taas reaali-palkkaan vaikuttaa se, kuinka paljon kuluttajahinta P_c muuttuu (energiaverojen korotus nostaa hintoja, kun taas tuloverojen aikaansaama nimellispalkkojen nousun hidastuminen laskee sitä). Yhtälön (4) avulla voidaan kuitenkin päätellä, miten rajatuottavuus kehittyy verotuksen muuttuessa.

Pitemmällä tähtämellä reaali-palkkojen sopeutumisella on vaikutusten kannalta keskeinen merkitys. Mallissa oletetaan, että reaali-palkat määräytyvät yhtälön (5) mukaisesti:

$$(5) \quad \left(\frac{W_t}{W_{t,old}} - 1\right) = \alpha_1 \left(\frac{W_{t-1}}{W_{t-1,old}} - 1\right) - \alpha_2 \left(\frac{E_t}{E_{t,old}} - 1\right)$$

missä $W_{t,old}$ ja $E_{t,old}$ ovat reaali-palkka (verojen jälkeen) ja työllisyys perusuralla, ja W_t ja E_t ovat reaali-palkka ja työllisyys politiikkasimuloinnissa. Reaali-palkka sopeutuu viiveellä poikkeuksiin odotetusta palkkakehityksestä ja työllisyyskehityksestä sen mukaisesti, minkä arvon sopeutumiskertoimet saavat. Kerroin α_1 määrittää sen, kuinka nopeasti reaali-palkka muuttuu, kun taas α_2 kontrolloi sitä, voiko työllisyys poiketa odotetusta kehityksestä pysyvästi. Jos $\alpha_2 = 0$, työllisyys pyrkii palautumaan odotetulle kehitysuralle NAIRU-teorian tapaan. Suo-

Kuvio 2. 2010 budjetti tasapainotettu, $\alpha_1 = 1$ 

melle tällaisia palkkayhtälöitä on estimoitu joissakin tutkimuksissa, muun muassa Alho (2002) sekä McMorrow ja Roeger (2000).

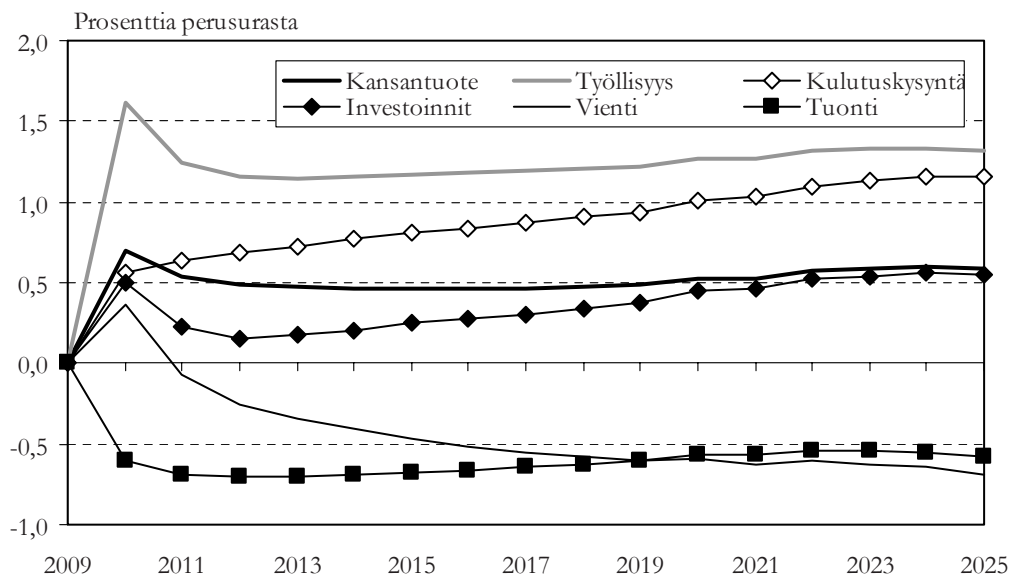
Kuvioon 2 on koottu simuloinnin tulokset siinä tapauksessa, että $\alpha_1 = 1$ ja $\alpha_2 = 0$, jolloin palkkojen sopeutuminen ei riipu työllisyyden kehityksestä. Tässä tapauksessa työllisyys kasvaa noin 1,8 prosentilla vuonna 2010. Seuraavina vuosina työllisyys alkaa reaali-palkkojen sopeutuessa palautua kohti odotettua kasvuvauhtia, jonka se saavuttaa noin viiden vuoden kuluessa. Investoinnit lähtevät aluksi kasvuun, koska työllisyyden nousu nostaa pääoman tuottavuutta. Yksityinen kulutuskysyntä kasvaa aluksi 0,7 prosenttia, mutta sen kasvu jää pysyväksi tuloverotuksen kevennyksen myötä. Vienti kasvaa aluksi noin 0,4 prosenttia, kun taas tuonti laskee noin puolella prosentilla. Viennin kasvua selittää aluksi se, että palkkukustannusten kehitys jää perusuraa pienem-

mäksi. Pidemmällä tähtäimellä reaali-palkkojen nousu leikkaa tätä etua, jolloin viennin kasvu pitkällä aikavälillä jää perusuraa alemmaksi. Tuonnin laskuun vaikuttaa puolestaan se, että energiahyödykkeistä suuri osa tuodaan maahan.

Kuviossa 3 puolestaan tarkastellaan tapaus-ta, jossa $\alpha_1 = 1,1$ ja $\alpha_2 = 0,4$ (McMorrow ja Roeger 2000). Tässä tapauksessa reaali-palkat nousevat aluksi vähemmän, mutta pitkällä tähtäimellä työllisyys jää pysyvästi ennustetun yläpuolelle. Työllisyyden pysyvä kasvu edellyttää myös investointien kasvua. Primääripanosten käytön kasvaessa pysyvästi on myös kansantuotteen kasvu pysyvää.

Lyhyellä tähtäimellä vaikutukset ovat mo-lemmissa tapauksissa samansuuntaisia. Keskeistä kummassakin tapauksessa on työllisyyden paraneminen, joka voidaan ymmärtää yhtälön (4) avulla. Jos oletetaan, että tuottavuus-

Kuvio 3. 2010 budjetti tasapainotettu, $\alpha_1 = 1,1$; $\alpha_2 = 0,4$



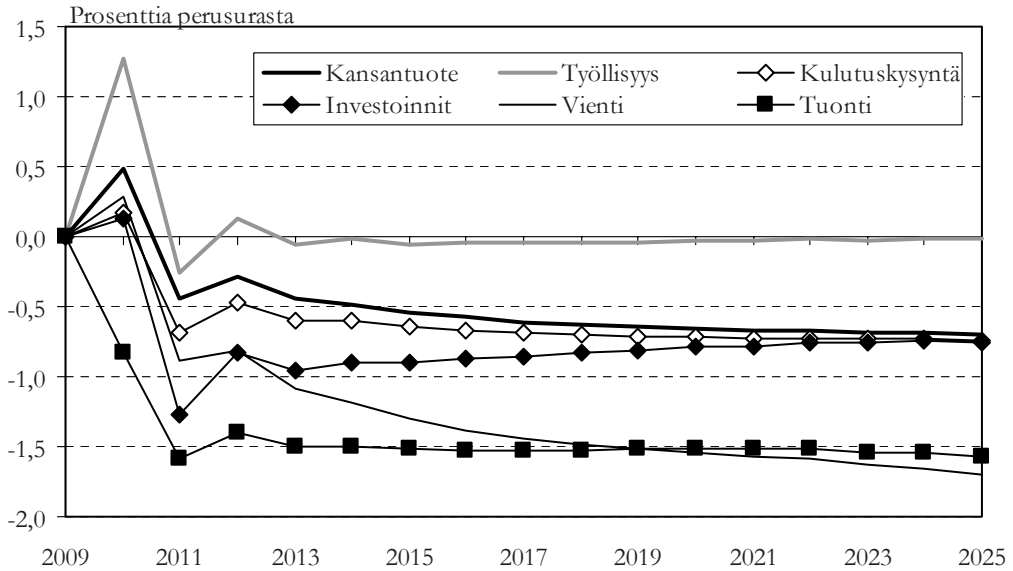
nessa ei tapahdu muutoksia, saadaan esimerkiksi kuvion 2 kuvaamassa tapauksessa mallin tulosten perusteella $\Delta\% T_w = -2,6$, $\Delta\% T_g = 0,8$, $\Delta\% P_c = -0,3$ ja $\Delta\% P_g = -1,1$. Tämän perusteella $\Delta\% f(K/L) = -1$. Työn rajatuottavuus siis laskee. Tämä selittää työvoiman kysynnän kasvun, koska pääomapanoksen ollessa lyhyellä tähtämellä kiinteä, täytyy työllisyyden kasvaa työn rajatuottavuuden laskemiseksi. Tuotannon tyylitellyn kuvauksen perusteella – yhtälö (1) – on tällöin selvää, että työllisyyden kasvaessa myös kansantuotteen täytyy kasvaa.

Edellä tehty oletus siitä, että vuoden 2010 veroasteet olisivat voimassa pysyvästi, ei kuitenkaan tarkoita sitä, että budjetti olisi tasapainotettu yli ajan. Tämä johtuu siitä, että hinnanmuutokset vaikuttavat myös julkisen sektorin kulurakenteeseen. Itse asiassa on selvää, että palkkojen sopeutuessa kasvaneeseen työvoiman kysyntään, myös julkiset menot muuttu-

vat, jolloin syntyy tarvetta verotuksen korottamiseen pidemmällä tähtämellä. Jos tasapainoa pyrittäisiin hakemaan vuosittain, aiheutuisi verotuksen jatkuvasta sopeuttamisesta jatkuvia palkka- ja kustannuspaineita. VATTAGE-mallissa on mahdollista tarkastella budjettitasapainoa eri kriteereillä myös yli ajan.

Toisessa esimerkkisimulaatiossa oletetaan, että budjettia ei pyritäkään tasapainottamaan välittömästi, vaan valtion oletetaan sallivan budjetin ylijäämäisyyden työllisyyden kehittyessä odotettua suotuisammin. Budjetisääntöä kuvaa yhtälö

$$(6) \quad \left(\frac{NSS_t}{NSS_{t,old}} - 1 \right) = \beta_1 \left(\frac{NSS_{t-1}}{NSS_{t-1,old}} - 1 \right) - \beta_2 \left(\frac{E_t}{E_{t,old}} - 1 \right),$$

Kuvio 4. Säästäminen tasapainotettu, $\alpha_1 = 1$ 

jossa NSS_t on säästämisen osuus kansantuotteesta politiikkasimuloinnissa, $NSS_{t,old}$ on säästämisen osuus kansantuotteesta perusuralla (odotettu kehitys) ja jossa β_1 ja β_2 ovat sopeutumismuutoksia kuvaavia parametrejä. Niiden arvoksi oletetaan tässä 0,5. Tässä tapauksessa verotusta sopeutetaan vaiheittain siten, että pitkällä aikavälillä kansantalouden velkaantuminen palautuu perusuran kehityksen mukaiseksi.

Kuvioon 4 on koottu simuloinnin tulokset siinä tapauksessa, että $\alpha_1 = 1$ ja $\alpha_2 = 0$. Kuvioon 2 verrattuna työllisyys palautuu tasapainouralle huomattavasti nopeammin. Kansantuotteen kasvu jää tasapainotetun budjetin tapauksessa pitkällä tähtäimellä pienemmäksi kuin perusuralla.

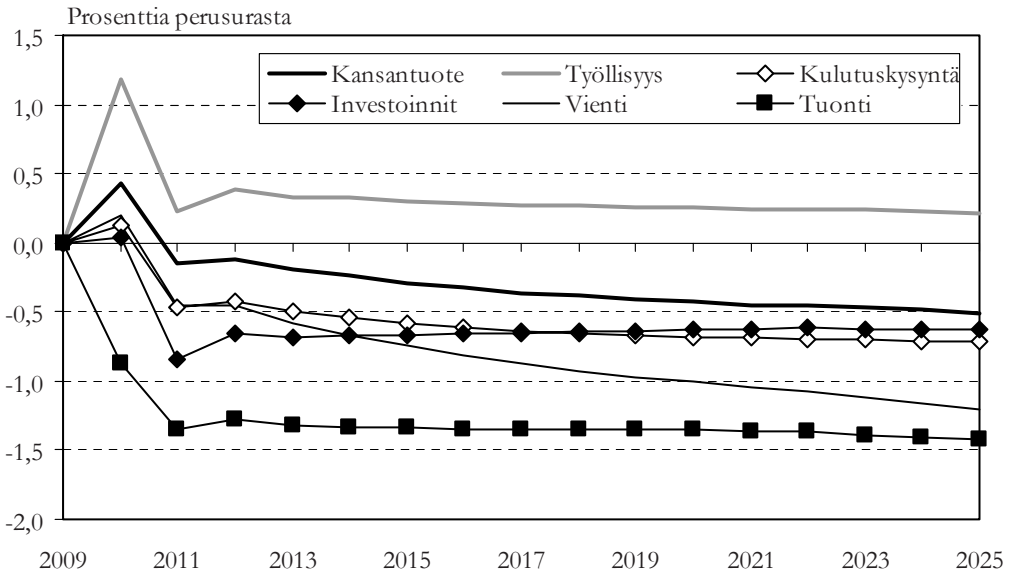
Kuviossa 5 puolestaan tarkastellaan tapaus, jossa $\alpha_1 = 1,1$ ja $\alpha_2 = 0,4$. Tässäkin tapauksessa työllisyys sopeutuu nopeammin. Nyt työl-

lisyy jää kuitenkin pysyvästi korkeammalle tasolle kuin perusuralla. Budjetin tasapainottaminen sen sijaan syö lyhyen tähtäimen sysäyksen kansantuotteelle.

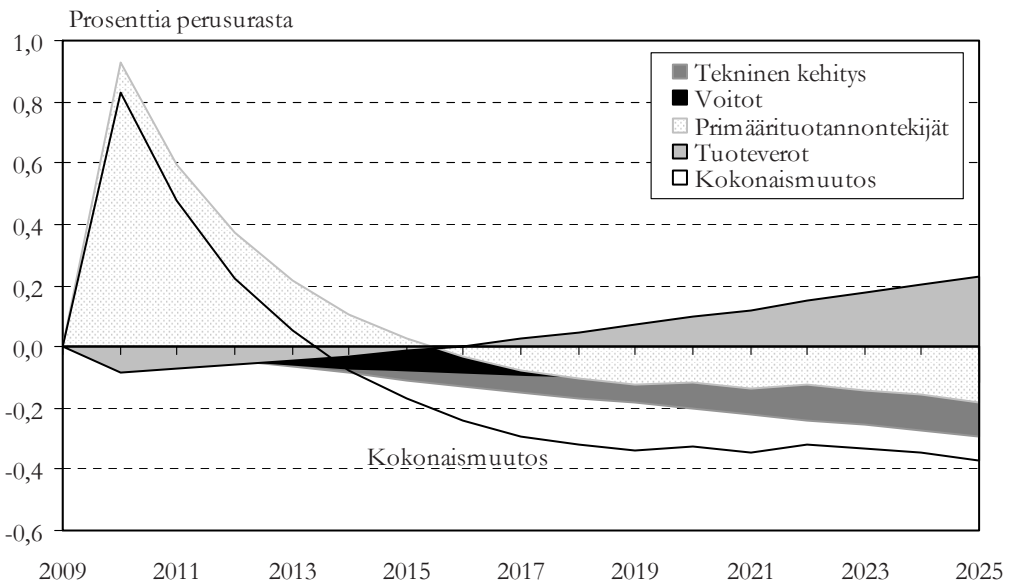
Kuten esimerkeistä nähdään, verraten yksinkertaisellakin verotuksen painopisteen muutoksella on osin ristiriitaisia vaikutuksia. Niiden ymmärtämiseksi VATTAGE-mallissa lasketaan erilaisia raportointimuuttujia, joiden avulla tuloksia voidaan pyrkiä avaamaan. Tällaisia ovat etenkin kansantuotteen erilaiset dekompositiot.

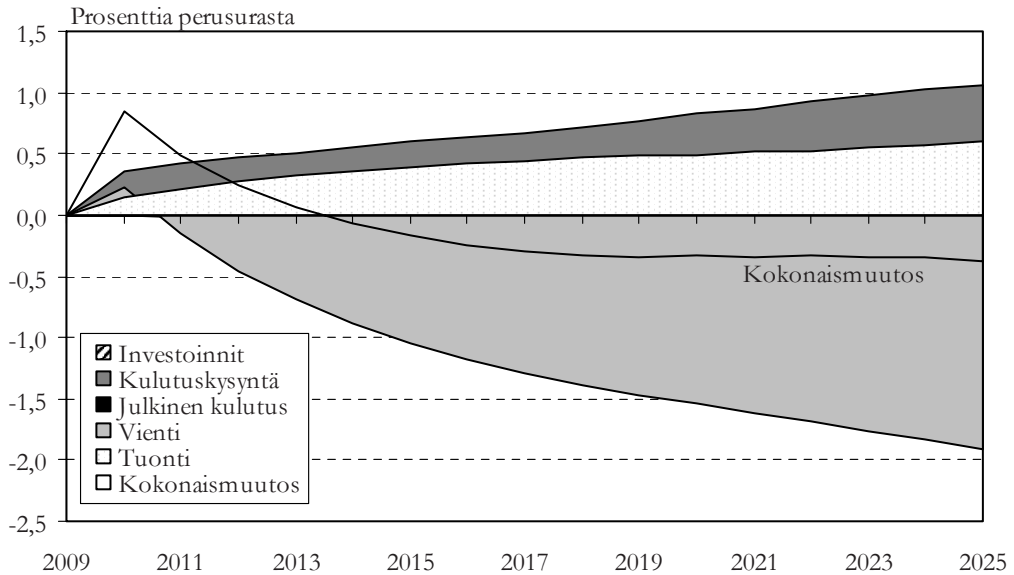
Kuviossa 6 on esitetty kansantuotteen dekompositio tarjontaerien suhteen. Kuvion perusteella primaarituotantokelijöiden kontribuutio kansantuotteeseen on noin 0,9 prosenttia vuonna 2010. Tuotannon verojen kontribuutio sen sijaan on negatiivinen. Tämä vahvistaa tyylytellyn laskelman tuloksen, jonka mukaan primääripanosten käytössä tapahtuneiden

Kuvio 5. Säästäminen tasapainotettu, $\alpha_1 = 1,1$; $\alpha_2 = 0,4$



Kuvio 6. Tarjontaerien vaikutus kansantuotteen muutokseen (2010 budjetti tasapainotettu, $\alpha_1 = 1$)



Kuvio 7. Kysyntäerien vaikutus kansantuotteen muutokseen (2010 budjetti tasapainotettu, $\alpha_1 = 1$)

muutosten pitäisi selittää suurin osa kansantuotteen muutoksesta. Pidemmällä tähtäimellä primäärituotantokelijöiden osuus kääntyy laskuun, mikä heijastaa työllisyyden palaamista perusuran mukaiselle kasvu-uralle. Tasapainotavana mekanismina toimii reaali-palkkojen nousu, jonka vuonna 2010 kasvanut työvoiman kysyntä saa aikaiseksi.

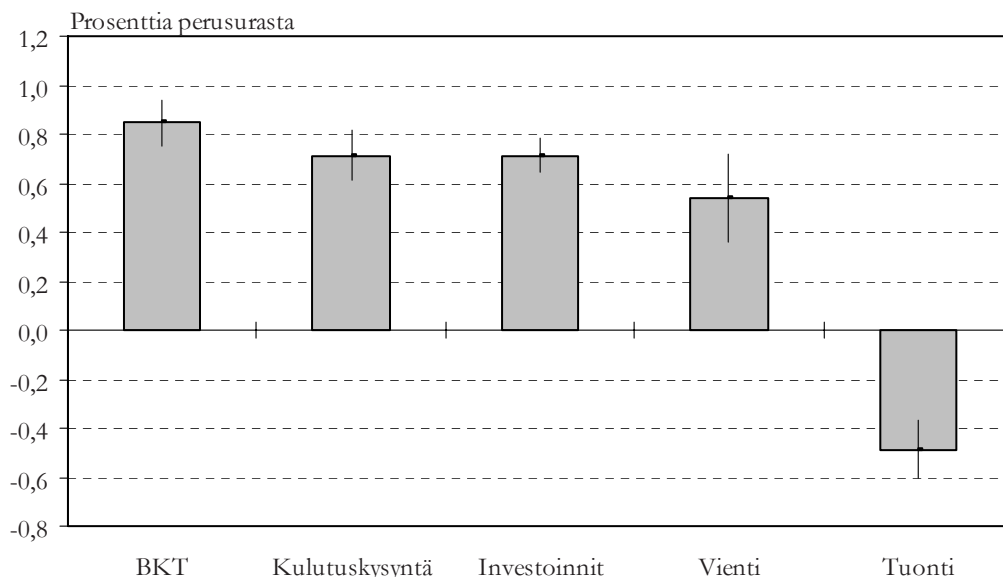
Kuviossa 7 tarkastellaan muutoksia kansantuotteen kysyntäeriin. Lyhyellä tähtäimellä työllisyyden paraneminen ja tuloverotuksen lasku lisäävät kulutuskysyntää, investoinnit taas kasvavat työllisyyden kasvun vaikutuksesta. Keskeistä kysynnän muutoksessa on pitkällä tähtäimellä vientikysynnän lasku, joka selittyy osin energiaverotuksen kustannusvaikutuksilla, mutta myös työn kysynnän kasvun aiheuttamasta reaali-palkkojen noususta.

On selvää, että mallissa tehdyt oletukset parametreista vaikuttavat mallin tuottamiin tu-

loksiin. Tässä esimerkissä tällaisia parametri-riippuvaisia muuttujia ovat ennen kaikkea kansantuotedeflaattori ja kuluttahintadeflaattori, joiden muutokset riippuvat työvoima- ja energiapanosten hinnanmuutosten välittymisestä lopputuotteiden hintaan. VATTAGE-mallilla on mahdollista tarkastella tällaisia riippuvuuksia systemaattisen sensitiivisyysanalyysin avulla.

Tällainen tarkastelu on kuvattu kuviossa 8, jossa työvoiman ja pääoman sekä energiapanosten ja primäärituotantokelijöiden välisten substituoitajousten on annettu vaihdella +/- 100 % keskeisistä arvoistaan. Kuvion perusteella makrotason tulokset ovat melko robusteja tuotantofunktion parametrien muutoksille. Toimialatasolla eräs keskeisistä tuloksista tässä käsitellyissä esimerkeissä on työvoimavaltaisia toimialoja suosiva rakennemuutos, jonka suuruuteen substituoitajouset toki vaikuttavat

Kuvio 8. Kokonaistaloudelliset vaikutukset vuonna 2010



ratkaisevasti. Jos ne oletetaan kovin pieniksi, suhteelliset hinnat eivät enää vaikuta energia-panosten korvaamiseen työpanoksella.

4. Johtopäätöksiä

Tässä artikkelissa on kuvattu VATTAGE-mallin keskeisiä piirteitä. Mallin vahvuuksia ovat sen joustavuus – malliin on yksinkertaista lisätä moduulimaisia laajennuksia esimerkiksi julkistalouden, aluetalouden, tulonjaon tai vaikkapa työmarkkinoiden osalta. Laaja tietokanta tukee myös tällaisia laajennuksia erittäin hyvin.

Mallin käyttämä GEMPACK-ohjelmisto mahdollistaa simulointitulosten perinpohjaisen analyysin. Kuten kaikissa tasapainomalleissa, mallijärjestelmän opettelu vaatii uusilta käyttäjiltä aikansa. Opiskelua kuitenkin helpottaa MONASH-malliin perustuvien mallien laaja käyttäjäkunta ja laaja koulutustarjonta. □

Kirjallisuus

- Alho, K.E.O. (2002), “The Equilibrium Rate of Unemployment and Policies to lower It: The Case of Finland”, Keskustelualoite 839, ETLA.
- Badri, N.G. ja Walmsley, T.L. (toim.) (2008), *Global Trade, Assistance, and Production: The GTAP 7 Data Base*, Center for Global Trade Analysis, Purdue University.
- Dervis, K., de Melo, J. ja Robinson, S. (1982), *General Equilibrium Models for Development Policy*, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Dixon, P.B., Parmenter, B.R., Powell, A.A. ja Wilcoxen, P.J. (1992), *Notes and Problems in Applied General Equilibrium Economics*, North-Holland, Amsterdam.
- Dixon, P. ja Rimmer, M. (2002), *Dynamic General Equilibrium Modelling for Forecasting and Policy*, Contributions to Economic Analysis 256, North-Holland Publishing Company, Amsterdam.
- Jalava, J., Pohjola, M., Ripatti, A. ja Vilmunen, J. (2005), “Biased Technical Change and Capital-

- Labor Substitution in Finland, 1902–2003”, *The B.E. Journal of Macroeconomics: Topics*, Vol 6, Issue 1, Article 8.
- Johansen, L. (1960), *A Multisectoral Study of Economic Growth*, North-Holland, Amsterdam.
- McMorrow, K.C. ja Roeger, R. (2000), “Time-Varying Nairu/Nawru. Estimates for the EU’s Member States”, *Economic papers* 145, ECFIN.
- Scarf, H.E. (1973), *The Computation of Economic Equilibria*, Yale University Press, New Haven/London.
- Scarf, H.E. ja Shoven, J.B., (toim.) (1984), *Applied General Equilibrium Analysis*, Cambridge University Press, New York.
- Shoven, J.B. ja Whalley, J. (1972), “A general equilibrium calculation of the effects of differential taxation of income from capital in the U.S.”, *Journal of Public Economics* 1: 281–321.
- Shoven, J.B. ja Whalley, J. (1973), “General equilibrium with taxes: A computational procedure and an existence proof”, *Review of Economic Studies* 40: 475–489.
- Shoven, J.B. ja Whalley, J. (1974), “On the computation of competitive equilibrium in international markets with tariffs”, *Journal of International Economics* 4: 341–354.
- Shoven, J.B. ja Whalley, J. (1984), “Applied General-Equilibrium Models of Taxation and International Trade: An Introduction and Survey”, *Journal of Economic Literature* 22: 1007–1051.
- Shoven, J.B. ja Whalley, J. (1992), *Applying General Equilibrium*, Cambridge University Press, New York.