VATT-KESKUSTELUALOITTEITA
VATT DISCUSSION PAPERS

445

JULKISEN TALOUDEN PITKÄN AIKAVÄLIN LASKENTAMALLIT

Katsaus kirjallisuuteen

Juho Kostiainen

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus
Government Institute for Economic Research
Helsinki 2008

ISBN 978-951-561-775-0 (nid.)
ISBN 978-951-561-776-7 (PDF)

ISSN 0788-5016 (nid.)
ISSN 1795-3359 (PDF)

Valtion taloudellinen tutkimuskeskus

Government Institute for Economic Research

Arkadiankatu 7, 00100 Helsinki, Finland

Email: etunimi.sukunimi@vatt.fi

Oy Nord Print Ab

Helsinki, kesäkuu 2008

KOSTIAINEN, JUHO: JULKISEN TALOUDEN PITKÄN AIKAVÄLIN LASKENTAMALLIT. Katsaus kirjallisuuteen. Helsinki, VATT, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, Government Institute for Economic Research, 2008, (C, ISSN 0788-5016 (nid.), ISSN 1795-3359 (PDF), No 445). ISBN 978-951-561-775-0 (nid.), ISBN 978-951-561-776-7 (PDF).

Tiivistelmä: Tässä kirjallisuuskatsauksessa esitellään limittäisten sukupolvien mallin (OLG) teoreettinen perusta sekä mallin käyttöä numeerisissa sovelluksissa talouden pitkän aikavälin kehityksen arvioinnissa. Työssä käsitellään perinteistä kahden limittäin elävän sukupolven mallia sekä useamman limittäisen sukupolven kokonaistaloudellisia yleisen tasapainon malleja. Pääpaino on Suomessa käytössä olevissa limittäisten sukupolvien kokonaistaloudellisten mallien esittelyssä ja vertailussa. Lisäksi esitellään johtavia ulkomaisia kontribuutioita numeeristen OLG-mallien osalta. Katsauksessa arvioidaan myös sukupolvimallien käyttömahdollisuuksia, sekä mallien heikkouksia ja kehityskohteita.

Asiasanat: Limittäiset sukupolvet, yleisen tasapainon mallit, sukupolvitilinpito, julkisen talouden kestävyys

KOSTIAINEN, JUHO: JULKISEN TALOUDEN PITKÄN AIKAVÄLIN LASKENTAMALLIT. Katsaus kirjallisuuteen. Helsinki, VATT, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus, Government Institute for Economic Research, 2008, (C, ISSN 0788-5016 (nid.), ISSN 1795-3359 (PDF), No 445). ISBN 978-951-561-775-0 (nid.), ISBN 978-951-561-776-7 (PDF).

Abstract: This literature review represents the basics of overlapping generations model (OLG) and its numerical applications for long run economy analysis. In this work we introduce traditional two-periods overlapping generation model and after that we move to several periods general equilibrium models. Main focus is on OLG models used in Finland and their applications. In addition we go through relevant international OLG models and evaluate the application where the model can be used. We also discuss about weaknesses and development of the OLG models.

Key words: Overlapping generations, general equilibrium models, generation accounting, public sector sustainability

Sisällys

1 Johdanto **1**

2 Talouden pitkän aikavälin tarkastelukehikot **2**

2.1 Limittäisten sukupolvien mallit 2
2.1.1 Kahden periodin malli 3
2.1.2 Blanchard-Yaar -jatkuva-aikainen malli 9
2.1.3 Numeeriset limittäisten sukupolvien mallit 14
2.2 Sukupolvitilinpito 18
2.3 Sukupolvitilinpidon ja OLG-mallien eroja 19

3 Suomalaisia sukupolvimalleja **21**

3.1 ETLAn FOG-malli 21
3.2 Suomen Pankin limittäisten sukupolvien malli 25
3.3 Suomalaisten mallien vertailua 28

4 Ulkomaisia malleja **30**

4.1 Hollannin sukupolvimalli 30
4.2 Tanskan DREAM-malli 31
4.3 Probabilistic Ageing (PA) 32

5 Sukupolvimallin käyttömahdollisuuksista **33**

5.1 OLG-malli sukupolvien välisen hyvinvoinnin tarkastelussa 33
5.2 Rakenteellisten veromuutosten tarkastelu 33
5.3 Väestörakenteen muutoksen tarkastelu OLG-mallilla 34
5.4 Sosiaaliturvajärjestelmän tarkastelu 34

6 OLG-mallien ongelmia ja kehittämistarpeita **35**

7 Yhteenveto **37**

Lähteet **39**

Liite 1. FOG-mallilla tehtyjä tutkimuksia **42**

Liite 2. Diamondin kahden periodin simulointimalli **44**

1 Johdanto

Monissa länsimaissa väestö ikääntyy nopeasti ja myös Suomessa sodan jälkeisten sukupolvien eläköityminen sekä kansalaisten eliniän piteneminen tulevat lisäämään eläke- ja hoivamenoja ja luovat siten paineita julkisen talouden kestävyydelle. Julkisen talouden yli- ja alijäämiä on perinteisesti arvioitu lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä, mutta väestörakenteen muutos korostaa tarvetta talouden pitkän aikavälin kehityksen tarkasteluun, jotta valtiovalta pystyisi hyvissä ajoin varautumaan väestörakenteen muutoksen aiheuttamiin kustannuksiin.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa tutustutaan talouden pitkän aikavälin tarkasteluihin ja sukupolvien väliseen tulonjakoon soveltuviin laskentamalleihin. Pääpaino on limittäisten sukupolvien yleisen tasapainon malleissa, joiden lisäksi tarkastellaan sukupolvitilinpidon menetelmiä julkisen talouden kestävyysarvioinnissa. Sukupolvimallien teoreettista perustaa esitellään käyttäen yksinkertaista kahden limittäisen sukupolven mallia. Sen jälkeen siirrytään käsittelemään useampien limittäisten sukupolvien malleja, joiden ratkaisemiseksi vaaditaan numeerisia menetelmiä.

Ensimmäisessä kappaleessa esitellään myös sukupolvitilinpidon teoriaa ja sen avulla tehtäviä staattisia vaikutuslaskelmia, joita vertaillaan dynaamisten tasapainomallien antamiin tuloksiin. Toisessa kappaleessa luodaan katsaus suomalaisiin sukupolvimalleihin. Kappaleessa esitellään Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen (ETLA) ja Suomen Pankin (SP) limittäisten sukupolvien mallikehikot. Kappaleen viimeisessä osassa vertaillaan mallien ominaisuuksia sekä sitä minkälaisiin tarkasteluihin eri mallit soveltuvat. Kolmannessa kappaleessa luodaan katsaus ulkomaisiin malleihin, joista tarkemmin käsittelen hollantilaista GAMMA-mallia, tanskalaista DREAM-mallia sekä Probabilistic Ageing -mallia, jotka edustavat eurooppalaista huippuosaamista tällä alalla. Neljäs kappale käsittelee tutkimusaiheita, joita sukupolvimallien avulla pystytään tarkastelemaan. Nykyisten sukupolvimallien puutteita ja kehityssuuntia selvitetään viidennessä kappaleessa.

2 Talouden pitkän aikavälin tarkastelukehikot

Julkisen talouden pitkän aikavälin kehitystä voidaan arvioida usealla tavalla. Yksi tapa on tarkastella julkisen talouden kestävyyttä sekä sukupolvien välistä tulonjakoa sukupolvitilinpidon kaltaisilla staattisilla vaikutuslaskelmilla. Sukupolvitilinpidon avulla voidaan laskea väestön ikääntymisestä aiheutuvan julkisten menojen kasvun vaikutuksia eri ikäluokkien verorasituksiin sekä pitkän aikavälin julkisen talouden kestävyyteen erilaisissa talouden skenaariossa. Sukupolvitilinpidossa otetaan huomioon diskontatut tulevat menot ja tulot sekä väestöennuste, joiden avulla arvioidaan valtion yli- ja alijäämiä pitkällä aikavälillä. Tämänkaltaisia kehikoita käytetään mm. EU:n komission laskelmissa ikääntymisen vaikutuksista jäsenmaiden julkisen talouden tasapainoihin (European Economy, 1999).

Viime aikoina julkisen talouden kestävyyslaskelmissa ovat yleistyneet limittäisten sukupolvien dynaamiset yleisen tasapainon (YTP) -mallit. Analyyttinen limittäisten sukupolvien malli on kehitetty yli 60 vuotta sitten, mutta vasta 1980-luvulla laskentamenetelmien kehittymisen myötä laajempia sukupolvimalleja on pystytty ratkaisemaan numeerisesti ja tekemään tarkempia laskelmia talouden pitkän aikavälin tasapainosta ja sukupolvien välisestä tulonjaosta. Limittäisten sukupolvien dynaamiset tasapainomallit perustuvat kuluttajan intertemporaaliseen hyödyn maksimointiin, jolloin talouden pitkän aikavälin laskelmiin sisältyvät myös kotitalouksien käyttäytymisvaikutukset.

2.1 Limittäisten sukupolvien mallit

Limittäisten sukupolvien mallit (Overlapping Generations model), lyhyemmin OLG-mallit, ovat tasaisen kasvun malleja, joihin on mallitettu limittäin elävät sukupolvet. Mallien perustan ovat kehittäneet Allais (1947), Samuelson (1958) ja Diamond (1965), joiden artikkeleita on käytetty pohjana analyyttisissä sukupolvimalleissa. Perinteisissä äärettömän horisontin kasvumalleissa kuten Barro-Ramseyn edustavan kuluttajan mallissa talouden oletetaan elävän ikuisesti, mutta OLG-mallissa ihmiset elävät rajallisen ajan, vaikka talous jatkuu ikuisesti (Kilponen – Romppanen, 2001). Tämä mahdollistaa taloudellisten muutosten aiheuttamien vaikutusten arvioinnin eri sukupolvien näkökulmasta.

Mallin lähtökohtana on mikroteoreettinen kuluttajan elinikäisen hyödyn maksimointi, jossa kuluttaja optimoi elinikäisen hyvinvoinnin kulutuksen ja säästämisen sekä työn tarjonnan ja vapaa-ajan välillä. OLG-mallin keskeisten piirteiden analyyttinen esittely tehdään kahden periodin mallin avulla. Samat käyttäytymissäännöt ovat voimassa myös monipuolisemmissa numeerisissa sukupolvimalleissa.

2.1.1 Kahden periodin malli

Yksinkertaisessa Diamondin (1965) limittäisten sukupolvien mallissa on yhtä aikaa elossa kaksi sukupolvea, nuoret ja vanhat. Nuoret tekevät töitä, josta he saavat palkkaa, jonka he käyttävät osin kulutukseen ja osin säästävät seuraavan periodin kulutukseen, jolloin he ovat eläkkeellä eivätkä ansaitse palkkatuloa. Joka periodi syntyy uusi sukupolvi työikäisiä, samalla kuolee yksi eläkeläisten sukupolvi ja yksi työssäkäyvien sukupolvi siirtyy eläkkeelle. Sukupolvirakenne on kuvattu taulukossa 2.1. Mallissa ei ole mukana perintöä tai ulkomaankauppaa, joka yleensä mallitetaan pienenä avotaloutena. Työn tarjonta on oletettu nuorten ikäluokan suuruiseksi, joten kuluttajat eivät tee tässä mallissa optimointia työn tarjonnan ja vapaa-ajan välillä. Molemmilla elävillä sukupolvilla on samat preferenssit, ainoastaan sukupolven koko voi vaihdella. Kuluttajat käyttäytyvät rationaalisesti ja tekevät optimointipäätöksensä täydellisen ennakkotiedon vallitessa. Mallissa on useita kilpailullisia yrityksiä, jotka tuottavat yhtä kulutushyödykettä. Yritykset valmistavat tuotetta käyttämällä pääomaa ja työvoimaa. Kyseessä on suljettu talous, jossa korko määräytyy pääoman rajatuottavuudesta ja investointien tulee vastata säästämistä. Pääoman oletetaan olevan kulumatonta ja sopeutumiskustannukset oletetaan nollaksi niin pääoman kuin työvoimankin osalta. Taulukossa 2.2 on listattu mallin muuttujat sekä parametrit.

Taulukko 2.1. Limittäisten sukupolvien ikärakenne

Periodi t	t+1	t+2	t+3
sukupolvi t-1, vanha sukupolvi t, nuori			
	sukupolvi t, vanha sukupolvi t+1, nuori		
		sukupolvi t+1, vanha sukupolvi t+2, nuori	
			sukupolvi t+2, vanha sukupolvi t+3, nuori

Taulukko 2.2. Mallin muuttujat ja parametrit

Y	Kokonaistuotanto	A	Teknologian taso
C_{1t}	Nuorten kulutus periodilla 1	L	Työvoiman määrä
C_{2t+1}	Vanhojen kulutus periodilla 2	ρ	Aikapreferenssin aste
r	Korko	n	Väestönkasvu
w	Palkka	g	Työn tuottavuuden kasvu
s	Säästäminen	α	Tuotantofunktion parametri

Kuluttajan hyödyn maksimointi

Kuluttajien kokonaishyöty (1) U_t muodostuu tämän periodin ja diskontatun tulevan periodin kulutuksen summana. Diskonttotekijänä toimiva aikapreferenssi kertoo kuinka paljon kuluttaja arvostaa ensimmäisen periodin kulutusta suhteessa toiseen periodiin. Kun ρ>0 arvostaa kuluttaja enemmän ensimmäisen periodin kulutusta ja mitä suurempi on ρ, sitä kärsimättömämpi kuluttaja on kyseessä. Hyötyfunktion tulee olla kahdesti derivoituva sekä aidosti kasvava sekä vahvasti konkaavi. Tässä esimerkissä on käytetty logaritmista hyötyfunktiota sen ratkaisua helpottavien ominaisuuksien takia.

(1) $$U_t = \ln C_{1t} + \frac{1}{1+\rho} \ln C_{2t+1}$$

Ensimmäisen periodin hintataso on normeerattu ykköseksi, jolloin toisen periodin hintataso on $1/1+r$, joka on myös samalla toisen periodin kulutuksen suhteellinen hinta. Kuluttajan intertemporaalinen budjettirajoite (4) saadaan sijoittamalla toisen periodin budjettirajoitteesta (3) saatava säästämisen määrä ensimmäisen periodin budjettirajoitteeseen (2). Korkotaso *r* oletetaan olevan sama säästettäessä ja lainattaessa.

(2) $$C_{1t} + s_t = w_t$$

(3) $$C_{2t+1} = (1 + r_{t+t})s_t$$

(4) $$C_{t1} + \frac{C_{2t+1}}{1+r_{t+1}} = w_t$$

Optimaaliset kulutuksen ja säästämisen määrät saadaan Lagrange-funktiosta (5), kuluttajan hyötyfunktioon (1) lisätään intertemporaalinen budjettirajoite (3) rajoitteeksi.

(5) $$L = \ln C_{1t} + \frac{1}{1+\rho} \ln C_{2t+1} + \lambda(w_t - C_{1t} - \frac{C_{2t+1}}{1+r_{t+1}})$$

Kuluttajan rajoitetun hyödyn maksimoinnin 1. kertaluvun ehdoista saadaan johdettua kulutuksen Euler-yhtälö (6), joka kertoo ensimmäisen ja toisen periodin kulutuksen intertemporaalisen substituutiosuhteen. Yhtälöstä (6) nähdään, että kulutusten suhde on sama kuin korkotason ja aikapreferenssin suhde. Ensimmäisen periodin kulutus (7) riippuu ainoastaan aikapreferenssistä ρ sekä palkasta *w*.

(6) $$\frac{C_{t2+t}}{C_{1t}} = \frac{1+r_{t+1}}{1+\rho}$$

(7) $$C_{1t} = \frac{1+\rho}{2+\rho} w_t$$

(8) $$s_t = w_t A_t - C_{1t} = w_t A_t (\frac{1}{2+\rho})$$

Säästämisen yhtälö (8) saadaan suoraan vähentämällä palkasta ensimmäisen periodin kulutus, termi A_t on työvoiman eksogeeninen tuottavuustermi, jonka mukaan palkat nousevat tuottavuuden kasvaessa. Sijoittamalla ensimmäisen periodin kulutuksen yhtälö (7) säästämisen lausekkeeseen (8) saadaan yhtälön lopullinen muoto. Lineaarisessa hyötyfunktiossa koron substituutio- ja tulovaikutus säästämiseen kumoavat toisensa, jolloin korolla ei ole merkitystä säästämisen määrään. (Lisää aiheesta liitteessä 2).

Yrityksen voiton maksimointi

Taloudessa on monta pientä yritystä, jotka toimivat täydellisesti kilpailluilla markkinoilla ja tekevät nollatuloksen. Yritykset ovat keskenään homogeenisiä, jolloin voimme kuvata kaikkien yritysten käyttäytymistä aggregoidulla tuotantofunktiolla, joka kertoo talouden kokonaistuotannon määrän. Yritysten aggregoitu tuotantofunktio (9) on Cobb-Douglas -muotoa, jolloin yritykset käyttävät tuotantoon pääomaa ja työvoimaa pääomaintensiteetin α suhteessa, yhtälössä on voimassa vakio skaalatuotot.

(9) $$Y_t = K_t^{\alpha} (A_t L_t)^{1-\alpha}$$

Tuotantofunktio voidaan jakaa tehokkaan työvoiman määrällä *AL*, jolloin saadaan pääoman määrä tehokasta työntekijää kohden $k_t = K_t / A_t L_t$.

(10) $$\frac{Y_t}{A_t L_t} = \left(\frac{K_t}{AL_t} \right)^{\alpha}$$, josta saadaan $Y_t = A_t L_t (k_t)^{\alpha}$

Yritys maksimoi voittoaan Π, ottaen palkat *w* ja pääomakustannukset *r* annettuina. Yritys päättää pääoman ja työvoiman määrästä. Voittofunktio voidaan määritellä vielä tehokasta työvoimaa kohden (12).

(11) $$\text{Max } \Pi_t = A_t L_t (k_t)^{\alpha} - r_t K_t - w_t A_t L_t$$

(12) $$\frac{\Pi_t}{A_t L_t} = \pi = k_t^{\alpha} - r_t k_t - w$$

Derivoimalla tuotantofunktiota (9) tehokkaan työvoiman suhteen saadaan palkka, joka on sama kuin työn rajatuottavuus. Vastaavasti derivoitaessa tuotantofunktio pääoman suhteen saadaan pääoman rajatuottavuus, joka ilmaisee reaalisen koron.

(13) $$\frac{\partial Y}{\partial AL} = (1-\alpha)k_t^{\alpha} = w_t$$

(14) $$\frac{\partial Y}{\partial K} = \alpha A_t k_t^{\alpha-1} = r_t$$

Mallissa väestön määrän ja työn tuottavuuden oletetaan kasvavan vakionopeudella. Näin saadaan työvoiman kasvun yhtälö (15) sekä teknologiatason yhtälö (16).

(15) $$L_{t+1} = (1+n)L_t$$

(16) $$A_{t+1} = (1+g)A_t$$

Markkinatasapaino

Mallissa markkinoiden tulee tasapainottua joka periodi. Hyödykemarkkinat ovat tasapainossa, kun kysyntä vastaa tarjontaa. Kokonaiskysyntä määräytyy molempien ikäryhmien yhteenlasketusta kulutuskysynnästä C_t sekä investoinneista I_t, joiden tulee vastata kokonaistuotantoa Y_t markkinatasapainossa (17).

(17) $$Y_t = C_t + I_t$$

Siirtämällä kulutus C_t yhtälöstä (14) vasemmalle puolelle nähdään, että tasapainossa säästämisen tulee vastata investointeja $Y_t - C_t = s_t$. Mallissa oletetaan, että seuraava sukupolvi ei peri edellisen sukupolven pääomaa, vaan uusi sukupolvi joutuu ostamaan tuotannontekijät edelliseltä sukupolvelta. Tällöin uuden sukupolven on investoitava koko tarvittava pääoman määrä. Näin ollen nuorten säästäminen s_t kerrottuna väestön määrällä on yhtä suurta kuin pääoma seuraavalla periodilla K_{t+1}.

(18) $$K_{t+1} = s_t L_t$$

Kun pääoman kasvu ja säästäminen suhteutetaan työvoiman määrällä L, saadaan pääoman liikeyhtälö (19), joka kertoo pääoman muodostumisesta työntekijää kohden periodista toiseen. Näin ollen väestön kasvaessa säästämisen tulee kasvaa yhtä paljon, jotta pääoman määrä työntekijää kohden pysyy vakiona seuraavalla periodilla.

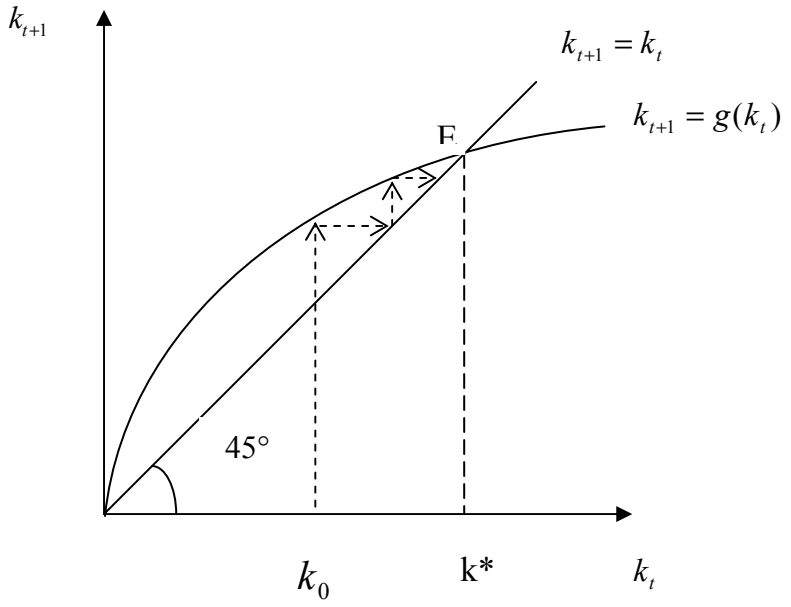
(19) $$k_{t+1} = \frac{1}{(1+n)} s_t(w_t)$$

Kun säästämisen paikalle kaavassa (19) sijoitetaan säästämisen yhtälö (8), jossa palkka ilmaistaan yhtälön (13) avulla, saadaan pääoman liikeyhtälö uuteen muotoon (20).

(20) $$k_{t+1} = \frac{(1-\alpha)k_t^{\alpha}}{(2+\rho)(1+n)(1+g)}$$

Pääomanmuodostus riippuu edellisen periodin pääomasta, aikapreferenssistä sekä väestön ja työn tuottavuuden kasvusta. Kun väestö ja työn tuottavuus kasvavat tasaisen kasvun uraa, talouden tasapainossa pääomanmuodostus konvergoituu kohti tasapainoa $k_{t+1} = k_t = k^*$, jossa pääoman- ja tehokkaan työvoiman kasvu ovat yhtä suuria (kuvio 2.1). Mikäli talous kohtaa jonkin eksogeenisen sokin voi pääoman muodostus muuttua uudelle uralle, jonka jälkeen talous hakeutuu kohti uutta tasapainoa.

Kuvio 2.1. Pääoman sopeutuminen kohti tasaisen kasvun tasapainoa



Tasapainon pareto-optimaalisuus

Pareto-optimaalinen pääoman määrä voidaan määrittää pääoman kultaisen säännön ”Golden Rule” mukaisesti, jonka antama pääoma-työvoima -suhde maksimoi hyvinvoinnin tasapainossa. Tasapainossa molempien ikäryhmien kokonaiskulutuksen tulee vastata kokonaistuotantoa, josta on vähennetty tarvittava pääoman

lisäys seuraavalle periodille. Näin kokonaishyödyn antava kokonaiskulutus voidaan ilmaista tuotantofunktion avulla (21).

(21) $$c_1 + \frac{c_2}{1+n} = Ak^{\alpha} - (n+g)k$$

Maksimoimalla kokonaiskulutusta (21) pääoman k suhteen, löydetään ensimmäisen kertaluvun ehdoista optimaalinen pääoman määrä.

(22) $$\underset{k}{Max}\, Ak^{\alpha} - (n+g)k$$

F.O.C

(23) $$\alpha Ak^{\alpha-1} - n - g = 0$$

Ensimmäisen kertaluvun ehdoista näemme, että sen ensimmäinen termi on sama kuin yhtälössä (14) määritelty korkotaso. Näin ollen kultaisen säännön mukainen optimaalinen pääoman määrä k_{gr} saavutetaan silloin kun korkotaso on yhtä suuri kuin väestön ja työn tuottavuuden kasvujen summa $r = n + g$. Tasapaino on pareto-optimaalinen ratkaisu, josta ei voida siirtyä toiseen tasapainoon ilman jonkun osapuolen hyötytason heikkenemistä.

Mikäli pääoman määrä on suurempi kuin kultaisen säännön määrittelevä taso $k^* > k_{gr}$, jolloin $r < n + g$. Tällöin pääoman määrä ei ole pareto-optimaalisella tasolla ja säästämistä vähentämällä kaikkien sukupolvien hyvinvointi lisääntyy, koska nykyisten sukupolvien hyvinvointi nousee kulutuksen kasvaessa ja tulevat sukupolvet puolestaan hyötyvät pääoman määrän siirtyessä optimaaliselle tasolle. Julkinen talous voi edesauttaa pareto-tehokkaan tasapainon saavuttamista.

Mikäli pääoman määrä on kultaisen säännön tasapainoa pienempää $k^* < k_{gr}$, ei vastaavaa paretoparannusta löydetä. Pääoman määrän kasvattaminen vaatisi nykyisten sukupolvien kulutuksen pienentämistä, joka huonontaisi heidän hyvinvointiaan, jolloin paretoparannusta ei synny. Näin ollen kultaisen säännön alapuolella oleva säästämisen määrä on myös tasapainoratkaisu[1]. (Myles, 1995, s. 440–445)

Eläkejärjestelmät

Mallissa julkinen sektori vastaa eläkejärjestelmän rahoituksesta keräämällä työeläkemaksuja ja jakamalla eläkkeitä. Nuoret maksavat palkastaan työeläkemaksun τ, joka on pois heidän kulutuksestaan ja vanhat puolestaan saavat tulonsiirtona eläkkeen b. Eläkejärjestelmä voidaan toteuttaa joko rahastoimalla

[1] Liitteessä 2 esitetään mallisimulointeja säästämisen määrän vaikutuksista kuluttajien hyvinvointiin.

työeläkemaksut tai jakojärjestelmällä (Pay-as-you-go), jossa nykyiset työikäiset maksavat nykyisten eläkeläisten eläkkeet. Eläkerahastojen säästäminen oletetaan sijoitettavaksi pääoman muodostukseen samalla tavalla kuin yksityinenkin säästäminen, joten pääoman määrä saadaan tasapainossa yksityisen ja valtion eläkerahastojen säästämisen summana.

Jakojärjestelmässä eläkkeet riippuvat väestön kasvusta ja työn tuottavuuden kasvusta. Väestön kasvaessa seuraavan sukupolven koko on suurempi, joten maksajia on enemmän kuin eläkkeen saajia. Työn tuottavuuden kasvu puolestaan johtaa palkkojen kohoamiseen, joka nostaa eläkkeitä, koska eläkemaksut ovat prosenttiosuus τ palkasta. Keskieläkkeet saadaankin yhtälöstä (24)

(24) $$b_{t+1} = (1+n)(1+g)w_{t+1}\tau$$

Rahastoivassa järjestelmässä eläkkeiden koko riippuu pelkästään vallitsevasta korkotasosta, koska kukin sukupolvi säästää omat eläkkeensä, jotka he lunastavat ollessaan eläkkeellä korkojen kera. Eläke voidaankin ajatella pakollisena säästämisenä. Rahastoivan järjestelmän keskieläkkeet saadaan yhtälöstä (25)

(25) $$b_{t+1} = (1+r)w_t\tau$$

Järjestelmien tehokkuus riippuu siitä, mikä on korkotason suhde väestön ja työn tuottavuuden kasvuun. Mikäli väestön ja työn tuottavuuden kasvu ylittävät vallitsevan korkotason $n+g>r$, on jakojärjestelmä tehokkaampi verrattuna rahastoivaan järjestelmään. Tapauksessa, jossa säästämisen määrä on suurempaa kuin kultaisen säännön mukainen säästäminen, jakoperusteisesti toimivan eläkejärjestelmän käyttöönotto nostaa kaikkien sukupolvien hyvinvointia enemmän kuin rahastoiva järjestelmä. Jakoperusteisen eläkejärjestelmän etuna on myös sen antama suoja yksittäisen kuluttajan pitkän eliniän varalle. Sen heikkoutena on puolestaan yksityistä säästämistä syrjäyttävä vaikutus tilanteessa, jossa säästäminen on kultaisen säännön alapuolella. Tällöin jakojärjestelmä johtaa pääoman muodostuksen vähenemiseen entisestään ja sitä kautta talouden kasvun heikkenemiseen. (Krueger, 2005)

2.1.2 Blanchard-Yaar -jatkuva-aikainen malli

Blanchard-Yaari -malli on jatkuva-aikainen limittäisten sukupolvien malli, jossa uusia sukupolvia syntyy jatkuvasti. Mallissa taloudenpitäjä kohtaa myös eliniän epävarmuutta. Taloudenpitäjällä on Yaarin (1965) mallissa iän myötä kasvava todennäköisyys kuolla jokaisella ajan hetkellä, kun vastaavasti Blanchardin (1985) yksinkertaistuksessa kuolintodennäköisyys pysyy vakiona koko eliniän, jonka takia malli kutsutaan myös ikuisen nuoruuden (”perpetual youth”) -malliksi. Tässä kappaleessa käsittelemme Blanchardin esittämään mallia. (Heijdra – van der Ploeg, 2002)

Mallissa syntyy jatkuvasti uusia sukupolvia, jotka kohtaavat epävarmuutta eliniästään. Epävarmuus eliniästä nostaa kuluttajan tulevan kulutuksen diskonttotekijää, koska on mahdollista, ettei kuluttaja pääse nauttimaan suunnitellusta tulevasta kulutuksesta mikäli kuolema yllättää. Kuluttajan päätösongelma on luonteeltaan stokastinen johtuen epävarmuudesta ja hyötyfunktio on siten esitettävä odotettuna elinikäisenä kokonaishyötynä. Kuluttajat maksimoivat diskontatun elinikäisen kulutuksensa siten, että kulutus ei saa ylittää työtulojen ja varallisuuden nykyarvoa. Kuluttajan rajakulutusalttiuden määrittelevät aikapreferenssin sekä kuolintodennäköisyys, jotka pysyvät vakiona koko elinkaaren.

Kuluttajan hyödyn maksimointi

Blanchardin mallissa kuluttajia ei jaeta erikseen nuoriin ja vanhoihin vaan yksilöt eroavat toisistaan ainoastaan varallisuuden mukaan. ”Syntyessään” kuluttajalla on ainoastaan henkistä pääomaa, jota hän tarjoaa työmarkkinoilla. Kun kuluttaja säästää osan palkkatuloistaan hänelle syntyy rahoitusvarallisuutta, jonka suhteen eri ikäpolvet eroavat toisistaan. Ajan hetkellä t kuluttaja, joka on syntynyt hetkellä $v < t$, maksimoi elinaikaista odotettua hyötyään $EU(v,t)$. Odotusarvo kertoo kuluttajan odotetun jäljellä olevan kokonaishyödyn. Kokonaishyöty saadaan integraalin kertymäfunktiona, jossa ensimmäinen termi $1 - F(\tau - t)$ on todennäköisyys, että taloudenpitäjä on elossa ajanhetkellä (τ -t). Toinen termi, logaritminen kokonaiskulutus $\log C(v,\tau)$, riippuu syntymähetkestä v ja suunnitellusta kulutuksen tasosta ajanhetkellä τ. Kolmas termi $e^{\rho(t-\tau)}$ on diskonttotekijä, jossa ρ on aikapreferenssin aste. Sievennetyssä yhtälössä termi β kuvastaa kuolintodennäköisyyttä, jolloin termi $(\rho + \beta)$ on efektiivinen aikapreferenssi.

$$EU(v,t) = \int_t^{\infty} [1 - F(\tau - t)] \log C(v,\tau) e^{\rho(t-\tau)} d\tau \tag{26}$$

$$= \int_t^{\infty} \log C(v,\tau) e^{(\rho+\beta)(t-\tau)} d\tau$$

Kuluttajat voivat suojautua epävarman eliniän varalle ostamalla tai myymällä annuiteettilainan vakuutusyhtiölle. Kyseinen säästämismuoto on eräänlainen käänteinen henkivakuutus, jossa vakuutusyhtiö maksaa kuluttajalle annuiteettia heidän elinaikanaan ja henkilön kuollessa vakuutusyhtiö pitää pääoman, jolloin kuluttajalle ei jää velkaa eikä perintöä kuollessaan. Ilman vakuutusta kuluttaja ei voisi lainkaan velkaantua tai säästää elinaikanaan, koska silloin olisi mahdollista, että kuluttajalta jää perintöä tai velkaa kuoleman yllättäessä. Vakuutusyhtiö tekee nollavoiton annuiteettimarkkinoilla, koska se tietää ihmisten keskimääräisen eliniän, jolloin voittoa syntyy niiden henkilöiden kohdalta ketkä kuolevat ennen keskimääräistä elinikää ja tappiota niiden osalta ketkä elävät pidempää kuin on odotettu. Vakuutusyhtiöt sijoittavat rahat tuotantosektorin pääoman muodostukseen. Vakuutusyhtiön maksamat preemiot r^A annuiteettitalletuksille ja -lainoille

määräytyvät ehdollisen kuolintodennäköisyyden (hazard rate) $\beta(\tau)$ ja markkinakoron $r(\tau)$ mukaisesti.

(27) $$r^A = r(\tau) + \beta(\tau)$$

Näin kuluttaja voi optimoida kulutuksensa tietämättä tarkkaa kuolinhetkeään.

Kuluttajan budjettirajoite muodostuu rahoitusvarallisuudesta $A(v,t)$ sekä henkisestä pääomasta $H(t)$, joka voidaan mieltää tulevien palkkatulojen nykyarvona. Oikealla puolella yhtälössä (28) on kulutuksen nykyarvo, jonka diskonttotekijä R^A kuvastaa vakuutusyhtiön maksamaa annuiteetin korkoa.

(28) $$A(v,t) + H(t) = \int_t^\infty C(v,\tau) e^{-R^A(t,\tau)} d\tau$$

Yhtälöstä nähdään, että suunnitellun kulutuksen nykyarvon tulee vastata varallisuuden ja henkisen pääoman nykyarvon summaa.

Kuluttajan budjettirajoitetun hyödyn maksimoinnin ensimmäisen kertaluvun ehdoista saadaan optimaalinen kulutuksen taso ajan hetkellä *t*. Suunnitteluhorisontilla $(\tau = t)$ rajakulutuksen $(\rho + \beta)$ osuus kokonaisvarallisuudesta $A(v,t) + H(t)$ vastaa efektiivistä aikapreferenssin astetta.

(29) $$C(v,t) = (\rho + \beta)[A(v,t) + H(t)]$$

Kuluttajan rajakulutusalttius $(\rho + \beta)$ ei ole riippuvainen iästä johtuen ikuisen nuoruuden oletuksesta. Vaikka rajakulutusalttius säilyy samana koko eliniän, kasvaa taloudenpitäjän kokonaiskulutus henkilön vanhetessa, koska rahoitusvarallisuuden määrä kasvaa säästämisen ansiosta.

Kulutuksen Euler-yhtälöstä (30) näemme kulutuksen kasvun $\dot{C}(v,\tau)$ suhteen kulutukseen tasoon $C(v,\tau)$. Kulutuksen muutos on yhtä suuri kuin korkotaso $r(\tau)$, josta on vähennetty aikapreferenssi ρ.

(30) $$\frac{\dot{C}(v,\tau)}{C(v,\tau)} = r(\tau) - \rho$$

Mikäli markkinakorko vastaa aikapreferenssiä on kulutuksen kasvu nolla.

Aggregointi

Mallissa oletetaan, että joka hetki syntyy suuri määrä uusia kuluttajia, joilla ei ole alkuvarallisuutta. Uuden kohortin koko määräytyy syntyvyydellä β väestön

koosta $P(\tau)$, mikäli syntyvyys on yhtä suurta kuin kuolleisuus, voidaan väestön koko normeerata ykköseksi. Ikäryhmän koko tietyllä ajan hetkellä voidaan määrittää, kun tiedetään mikä on kuolintodennäköisyys ja kauanko syntymästä on kulunut aikaa. Ikäryhmän v koko ajan hetkellä t voidaan määrittää lauseella $\beta e^{\beta(v-t)}$. Kun summaamme kaikkien ikäryhmien populaatiot pystymme muodostamaan koko väestön aggregoidun kulutuksen $C(t)$ kaikilla ajan hetkillä t (31), koska rajakulutusalttius on sama kaikilla ikäryhmillä.

(31) $$C(t) = \beta \int_{-\infty}^{t} e^{\beta(v-t)} (\rho + \beta)[A(v,t) + H(t)]$$

(32) $$C(t) = (\rho + \beta)[A(t) + H(t)]$$

Kokonaiskulutus määräytyy kuten kahden periodin mallissa molempien sukupolvien kulutusten summa, mutta nyt summattavia sukupolvia on useampia.

Yritykset

Blanchardin mallissa yritykset toimivat samalla tavalla kuin Diamondin mallissa täydellisesti kilpailluilla markkinoilla käyttäen työvoimaa ja pääomaa tuotteiden valmistamiseen. Yritysten voiton maksimointitehtävän ensimmäisen kertaluvun ehdoista saadaan johdettua tulokset, joissa pääoman ja työvoiman hinnat määräytyvät niiden rajatuottavuudesta, kuten kahden periodin mallissakin.

Valtion talous ja markkinatasapaino

Julkisen talouden budjettirajoite määritetään jatkuva-aikaisesti. $B(t)$ on valtion velka, joka muodostuu tulevien ja nykyisten verojen $T(\tau)$ ja julkisen kulutuksen $G(\tau)$ erotuksen nykyarvona.

(33) $$B(t) = \int_{t}^{\infty} [T(\tau) - G(\tau)] e^{-R(t,\tau)} d\tau$$

Kyseessä on suljettu talous, jolloin valtio voi ottaa velkaa vain kotimaisilta kuluttajilta, jolloin markkinatasapainossa kuluttajien rahoitusvarallisuuden tulee vastata pääoman ja valtion velan summaa.

Markkinatasapainossa pääoma- ja hyödykemarkkinat tasapainottuvat joka ajan hetki. Pääomamarkkinoilla yksityisen rahoitusvarallisuuden *A(t)* tulee vastata yritysten pääoman $K(t)$ ja valtion velan $B(t)$ summaa (8)

(34) $$A(t) = K(t) + B(t)$$

Jatkuva-aikaisen mallin perusoletuksessa väestönkasvu oletettiin nollaksi, jolloin pääoman taso muodostuu normaalitilanteessa aina kultaisen säännön alapuolelle,

vaikka julkisen sektorin tulonsiirtoja ei oteta huomioon. Näin ollen mallin tasapaino ei ole pareto-optimaalinen. Mallia voidaan kuitenkin muuttaa siten, että työntekijöiden tuottavuus pienenee heidän vanhetessa eli siirryttäessä eläkkeelle, jolloin säästämisen määrä kasvaa.

Hyödykemarkkinoilla kokonaistuotannon $Y(t)$ tulee vastata yksityisten $C(t)$ ja julkisen kulutuksen $G(t)$ sekä nettoinvestointien $I(t)$ määrää.

(35) $$Y(t) = C(t) + G(t) + I(t)$$

Mallilla saatavia tuloksia

Mallin avulla voidaan tarkastella julkisen talouden toimenpiteiden vaikutuksia. Julkisten kulutuksen lisääminen ja sen kustantaminen könttäsummaveroilla tulevaisuudessa aiheuttaa mallissa lyhyellä aikavälillä pienemmän yksityisen kulutuksen syrjäytymisen verrattuna julkisen kysynnän kasvuun. Tämä johtuu siitä, että taloudenpitäjät diskonttaavat tulevia verorasituksia annuiteettikorolla markkinakoron sijaan, jolloin kulutusta ei vähennetä yhtä paljon kuin veroja tulee maksettavaksi tulevaisuudessa, koska kuluttajilla on todennäköisyys kuolla ennen kuin veronkanto tapahtuu. Tästä johtuen pitkällä aikavälillä säästäminen ja siten pääoman määrä vähentyy, joka johtaa korkeampien pääomakustannusten ja matalampien palkkojen kautta tulevien sukupolvien huonompaan hyvinvointiin. Valtion velkaantuminen ei näin ole neutraalia Blanchardin mallissa johtuen valtionvelan koron ja taloudenpitäjän diskonttokoron erosta. Diskonttokoron ollessa suurempi kuin velan korko syntyy velanotosta nettovarallisuutta nykyisille sukupolville. Näin ollen valtion velkaantuminen ei ole neutraalia kuluttajien hyödyn kannalta eli Ricardolainen ekvivalenssi ei päde mallissa, mikäli kuluttajalla on positiivinen kuolintodennäköisyys. Mikäli kuolintodennäköisyys menee nollaan $\beta = 0$, päädytään äärettömän horisontin edustavan kuluttajan malliin, jossa Richardolainen ekvivalenssi pätee, koska verojen ajoituksella ei ole tällöin merkitystä ja diskonttokorko on sama kuluttajilla ja valtiolla. (Heijdra – van der Ploeg, 2002)

Mallin ongelmana on, ettei se ota huomioon kuluttajien elinkaarikäyttäytymistä, koska eri sukupolvet eroavat toisistaan vain varallisuuden suhteen. Tämä rajoittaa mallin käyttöä finanssipolitiikan vaikutuksien arvioinnissa sukupolvien välillä. Mallilla ei myöskään pysty tarkastelemaan ikärakenteen muutosten vaikutuksia finanssipolitiikkaan. Buiter (1988) on laajentanut Blanchard-Yaar -mallia erottamalla syntyvyyden ja kuolevuuden toisistaan, joka mahdollistaa ikärakenteen muutosten vaikutusten tarkastelun jatkuva-aikaisessa mallissa. (Kilponen – Romppanen, 2001, Buiter, 1988)

Perusmallin laajennukset ovat pitkälti samoja kuin kahden periodin mallissa. Endogeeninen työn tarjonta ja avotalous lisäävät malliin todenmukaisuutta huomat-

tavasti. Lisäksi jatkuva-aikaiseen malliin voidaan lisätä jo aikaisemmin mainittu ikäryhmittäin eroava työn tuottavuus, joka vaikuttaa kuluttajien rajakulutusalttiuteen.

2.1.3 Numeeriset limittäisten sukupolvien mallit

Analyyttisten mallien ongelmana on, ettei niiden avulla pystytä luotettavasti arvioimaan taloudellisten vaikutusten suuruutta, vaan ainoastaan muutosten suuntaa. Numeeristen ratkaisumenetelmien avulla voidaan ratkaista monimutkaisempia malleja ja saada tarkempia arvioita talouden pitkän aikavälin tasapainosta sekä talouspoliittisten ja demografisten muutosten vaikutuksista.

Numeeriset limittäisten sukupolvien mallit perustuvat Auerbachin ja Kotlikoffin (1987) esitykseen Dynamic Fiscal Policy -julkaisussa. Numeeristen menetelmien avulla pystytään ratkaisemaan edellistä esimerkkiä huomattavasti todenmukaisempia mallituksia taloudesta ja sen toimijoista. Talouteen mallitetaan mukaan julkinen sektori, joka verottaa tuloja ja kulutusta sekä jakaa tulonsiirtoja, myös ulkomaankauppa voidaan mallittaa talouteen. Talouden eri sektoreiden käyttäytymistä kuvataan epälineaarisilla yhtälöillä, joiden yhtäaikainen ratkaisu antaa talouden tasapainon. Talouteen voidaan mallittaa useita limittäisiä sukupolvia edellisen esimerkin kahden sukupolven sijaan. Jokaisella kohortilla on edustava jäsen, joka ilmentää koko ikäryhmän ominaisuuksia. Taloudenpitäjillä oletetaan olevan täydellinen näkemys tulevasta tai tieto epävarmuuden todennäköisyydestä, joten he pystyvät rationaalisesti optimoimaan koko elinajan kulutuksen, säästämisen ja vapaa-ajan. Taloudellisen ympäristön muuttuessa taloudenpitäjät tekevät uuden optimoinnin, joka koskee koko jäljellä olevaa oletettua elinikää. Kuluttajien oletetaan näkevän myös valtion finanssipolitiikan taakse ja siten ottavan huomioon myös tulevat muutokset finanssipolitiikassa. Ihmiset eivät koe epävarmuutta eliniästä, koska oletetaan, että heillä on vakuutus pitkää elinikää varten tai muussa tapauksessa yhteiskunta pitää heistä huolen vanhana. (Auerbach – Kotlikoff, 1987) Tässä kappaleessa esitetyt mallien ominaisuudet ovat esimerkkejä numeerisista malleista, joten ominaisuudet saattavat erota näistä eri malleissa.

Kuluttajan käyttäytyminen

Kuluttajan hyödyn maksimointiin vaikuttavat preferenssit kulutuksen ja vapaa-ajan välillä, työn tarjonnan palkkajousto, diskonttokorko, joka kuvaa kuluttajan aikapreferenssiä sekä intertemporaalinen substituutiojousto eri periodien kulutusten välillä. Kotitaloudet siis maksimoivat elinikäisen hyödyn nykyarvoa, jossa tuleva kulutus ja vapaa-aika on diskontattu nykyaikaan. (Auerbach – Kotlikoff, 1987, s. 26) Perinteisissä malleissa kaikilla kuluttajilla on samanlaiset preferenssit, mutta kehittyneimmissä sovelluksissa rajakulutusalttiuden oletetaan elinkaarihypoteesin mukaisesti olevan korkeampi eläkeläisillä kuin nuorilla

sukupolvilla. Myös eri kohorttien sisällä voidaan erottaa erilaisia väestöryhmiä. Näin esimerkiksi verotuksen muutoksen vaikutuksia voidaan arvioida eri tuloluokissa. (Kotlikoff, 2000)

Kotitalouksilla on sitova elinikäinen budjettirajoite, joka riippuu koko elinkaaren nettopalkasta, verojen jälkeisistä pääomatuloista, tulonsiirroista ja perinnöistä. Elinikäinen kulutus ei saa ylittää kokonaisbudjettia eli kotitaloudet eivät jätä velkaa kuollessaan. Työntekijöiden tuottavuus ja palkka vaihtelevat iän mukaan ja kuluttaja ottaa nämä huomioon työn tarjontapäätöksessä. Käytännössä tuottavuus määritellään työntekijän henkisenä pääomana, joka kasvaa iän myötä. Palkan kohoaminen iän myötä johtaa työn tarjonnan ja kulutuksen lisäämiseen suhteessa vapaa-aikaan. (Auerbach – Kotlikoff, 1987) Väestönrakenteen muutokset välittyvät talouteen vanhushuoltosuhteen kautta, joka muodostuu työssäkäyvien ja eläkkeellä olevien lukumäärän mukaan (Kilponen – Kinnunen – Ripatti, 2006).

Kotitaloudet maksavat progressiivista tuloveroa palkastaan ja veroaste määräytyy edustavan kuluttajan veroasteen mukaan. Veroilla on tulo- ja substituutiovaikutuksia kulutuksen ja vapaa-ajan suhteellisiin hintoihin, mitä kautta ne vääristävät taloudellista käyttäytymistä. Säästöt sijoitetaan valtion obligaatioihin ja osakkeisiin, joiden tuotoista kotitaloudet maksavat pääomaveroa. Kulutusta verotetaan arvonlisäverolla.

Eläkejärjestelmä voidaan yksinkertaisesti olettaa pakollisena säästämisenä, joka nostetaan eläkkeellä ollessa. Eläkejärjestelmä voidaan kuitenkin mallittaa myös esimerkiksi Suomessa vallitsevalla puolirahastoivalla järjestelmällä ja käyttäen todellisia eläkkeen määräytymisperusteita.

Yleensä perintö mallitetaan siten, että se jätetään antamisen ilosta, jolloin perinnön määrä ei riipu jälkeläisen hyötyfunktiosta. Perintöä voidaan jättää myös strategisista syistä, eli perinnöllä ikääntyneet pyrkivät takaamaan parempaa kohtelua jälkipolvilta. Perinnön jättöä mallitettaessa voidaan ottaa huomioon myös jälkeläisten hyötyfunktio, jolloin perinnön jättämisen tuoma hyöty antajalleen riippuu omasta sekä jälkeläisen hyötyfunktiosta.

Yritysten käyttäytyminen

Mallissa on yleensä yksi kilpailullinen tuotantosektori, joka käyttää panoksena pääomaa sekä työvoimaa. Työvoiman tuottavuus voi vaihdella ikäluokittain. Pääoman oletetaan olevan homogeenista. Tuotantofunktio on usein CES-tyyppinen. Yritykset ovat homogeenisia pieniä yrityksiä, jotka maksimoivat markkina-arvoaan ja ottavat hinnat, kysynnän ja panosten tarjonnan annettuina. (Auerbach – Kotlikoff, 1987)

Hyödykemarkkinoilla on koti- sekä ulkomaisia hyödykkeitä, joiden kysyntä muodostuu kulutuksesta, välipanosten käytöstä, investoinneista ja viennistä. Hin-

nat tasapainottavat kysynnän ja tarjonnan joka periodi. Ulkomaisten hyödykkeiden hinta on kiinteä. (Lassila et al., 1997)

Työn kysyntä johdetaan tuotantofunktiossa, jolloin palkka on yhtä suuri kuin työvoiman rajatuottavuus. Yritykset pystyvät sopeuttamaan työtekijöiden määrän ilman kustannuksia.

Pääomamarkkinat oletetaan tehokkaiksi siten, että pääoman rajatuottavuus on yhtä suuri kuin korkokanta. Yritykset investoivat Tobinin q-teorian mukaisesti. Investoinnit tapahtuvat silloin kun osakkeiden markkina-arvo ylittää pääoman arvon. Yrityksien tulisi siis investoida niin kauan kunnes pääoman nettotuotto verojen jälkeen on yhtä suuri kuin korkokanta, pääoman sopeutumiskustannukset kuitenkin hidastavat siirtymistä uuteen tasapainoon.

Markkinatasapaino syntyy kotitalouksien ja yritysten kysyntä- ja tarjontapäätöksistä, joihin vaikuttavat julkisen talouden verotus ja eläkejärjestelmä.

Julkisen sektorin käyttäytyminen

Julkinen sektori kerää veroja, joiden tuotot se käyttää julkisten palvelujen tuottamiseen ja tulonsiirtoihin. Julkinen sektori ei kuitenkaan tee optimointipäätöksiä, vaan toimii annetun politiikan mukaisesti. Julkisten menojen kustannusten oletetaan yleensä kasvavan BKT:n tai palkkojen kasvun mukaisesti. Väestön ikärakenteen muutos vaikuttaa ikäsidonnaisiin julkisiin menoihin, kuten koulutukseen ja terveydenhuoltoon.

Siitä miten valtion finanssipolitiikka vaikuttaa kuluttajien käyttäytymiseen, ei ole yksimielistä näkemystä. Ricardolaisen ekvivalenssiteorian mukaan kuluttajat neutraloivat julkisen talouden vaihtelut, jolloin finanssipolitiikalla ei ole merkitystä kokonaiskulutukseen. Ekspansiivisen finanssipolitiikan vallitessa kuluttajat lisäävät säästämistä, koska he olettavat menolisäyksen johtavan verojen nousuun tulevaisuudessa. Edellä mainitun kaltainen hypoteesi saadaan johdettua Ramseyn äärettömän pitkän aikahorisontin edustavan kuluttajan mallista. Diamondin (1965) limittäisten sukupolvien mallissa puolestaan valtion velkaantuminen syrjäyttää yksityistä säästämistä, koska osa valtion velasta jää tulevien sukupolvien maksettavaksi ja siten velasta syntyy nettovarallisuutta nykyisille sukupolville. Tällöin ekspansiivinen julkinen talous kiihdyttää julkista kysyntää keynesiläisen näkemyksen mukaan.[2] On ilmeistä, että erilaiset kotitaloudet reagoivat erilailla veromuutoksiin. Kotitalouksilla saattaa olla likviditeettirajoitteita, jolloin he eivät pysty toteuttamaan elinkaariajattelua vaan käyttävät aina kaikki käytettävissä olevat tulonsa välittömästi, joka lisää finanssipolitiikan vaikutusta kokonaiskysyntään. (Kilponen – Romppanen, 2001)

[2] Malli pitää sisällään oletuksen siitä, että talouskasvun asteen tulee ylittää korkotaso, koska muutoin velan kasvattaminen lisää kaikkien sukupolvien hyvinvointia.

Valtion talouden ei tarvitse olla tasapainossa joka vuosi, koska valtio voi laskea liikkeelle lainoja ja siten kasvattaa velkaa. Valtion intertemporaalisessa budjettirajoitteessa tulevien verojen nykyarvon pitää olla yhtä suuri kuin tulevat menot lisättynä nykyisellä velalla. Empiirisissä malleissa julkinen talous voidaan jakaa valtioon, kuntiin ja sosiaalilaitoksiin, jotka kukin tasapainottavat oman budjettinsa. Eläkejärjestelmä voidaan mallittaa jakoperusteisesti Pay-As-You-Go -menetelmällä, aktuaarisesti rahastoimalla tai näiden yhdistelmänä.

Ulkomaankauppa

Yleisesti käytetään pienen avotalouden mallia, jossa vientikysyntä riippuu ulkomaisesta talouskasvusta sekä koti- ja ulkomaisten tuotteiden hinnoista ja niiden joustoista. Ulkomaisten hyödykkeiden kysyntä riippuu koti- ja ulkomaalaisten tuotteiden hinta- ja korvaavuussuhteesta. Kauppatase määräytyy viennin ja tuonnin suhteesta. Vaihtotase määritellään kotimaisen säästämisen ja investointien erotuksena (Lassila et al., 1997).

Mallin ratkaiseminen

Limittäisten sukupolvien dynaamisten tasapainomallien numeerinen ratkaiseminen voidaan jakaa kolmeen osaan. Ensin ratkaistaan talouden alkuperäinen pitkän aikavälin tasapaino. Alkuperäisen tasapainon demografiaa tai politiikkaa voidaan muuttaa, ja ratkaistaan sen jälkeen muutoksen jälkeinen uusi tasapaino. Viimeiseksi ratkaistaan siirtymäura vanhasta tasapainosta uuteen. Mallin dynaamiset yhtälöt on ensin linearisoitava alkuperäisen tasapainon ympärille, jotta malli on ratkaistavissa.

Alkuperäisen tasapainon ratkaisemiseksi tarvitaan mallin parametrit sekä alkuarvot endogeenisille muuttujille. Parametrien arvot voidaan määritellä aiempien empiiristen tutkimusten pohjalta tai pyrkiä itse estimoimaan olemassa olevasta datasta. Endogeenisien muuttujien alkuarvot ovat tärkeitä mallin tasapainoratkaisua haettaessa. Yleensä alkuarvot ratkaistaan staattisesta tasapainosta, josta saatuja alkuarvoja käytetään dynaamisessa optimoinnissa.

Politiikkamuutosten jälkeinen uusi tasapaino ja siihen johtanut siirtymäura saadaan simuloimalla taloutta ajassa eteenpäin uusilla politiikkamuuttujien arvoilla, jolloin talous hakeutuu uuteen tasapainoon. Uuden tasapainon saavuttaminen voi kestää mallissa jopa 150 vuotta, koska päätöstentekijöiden optimointihorisontti on 50–70 vuotta. Muuttujien aikaurat siirryttäessä uuteen tasapainoon antavat kiinnostavaa informaatiota politiikkamuutosten vaikutuksista siirtymäaikana.

Mallin oikeiden parametriarvojen löytäminen voi olla hankalaa, jonka takia malleille suoritetaan usein herkkyysanalyysi, jossa selvitetään parametrien epätarkkuuksien vaikutuksia lopputulokseen.

Tasapainon ratkaisumenetelmänä käytetään iteratiivisiä Gauss-Seidel-, Newton-Raphson- tai Fair-Taylor -algoritmeja. Teknisesti malli ratkaistaan numeerisesti matriisilaskentaohjelmalla kuten Gauss, Matlab tai GAMS. Michael Juillard (1996) on kehittänyt dynaamiseen optimointiin erikoistuneen Dynare ohjelmiston, joka toimii Matlabin tai Gaussin apuvälineenä. Dynare helpottaa dynaamisten optimointiongelmien rakentamista matriisimuotoon ja ratkaisee optimoinnit Newton-Raphson -menetelmällä.

Väestöennusteet sisältävät aina epävarmuutta ja sitä on pyritty mallintamaan tutkimuksissa stokastisen väestöennusteen avulla. PEP-ennustemalli (Alho et al., 1997) perustuu simulointitekniikkaan, jonka avulla väestöennusteeseen voidaan lisätä epävarmuutta kuvaava virhetermi. Ainakin tanskalaisessa DREAM-mallissa on käytetty kyseistä väestöennustetekniikkaa.

2.2 Sukupolvitilinpito

Sukupolvitilinpidon avulla pyritään selvittämään nykyisten ja tulevien sukupolvien suhteellisia nettoverorasituksia. Nettoveroissa otetaan huomioon valtion ja kuntien tarjoamat palvelut ja julkiset hyödykkeet, näiden lisäksi nettoveroa pienentää luonnollisesti tulonsiirrot ja suurentaa verot (Auerbach et al., 1994, s. 75). Sukupolvitilinpidossa ei tarkastella taloudenpitäjien käyttäytymistä politiikan tai talouden muuttuessa vaan mallissa keskitytään ainoastaan nettoverojen rahasuureiden mittaamiseen. Sukupolvitilinpidon avulla pystytään myös arvioimaan onko julkinen talous pitkän aikavälin tasapainossa, kun otetaan huomioon väestökehitys, talouden kasvu, koron vaikutukset sekä vallitseva talouspolitiikka. (Vanne, 1998) Sukupolvitilinpitoa ovat kehittäneet Auerbach, Gokhale ja Kotlikoff (1991), jotka ovat myös numeeristen sukupolvimallien takana.

Sukupolvitilinpidon perustana on valtion intertemporaalinen budjettirajoite, jossa valtion nykyisten ja diskontattujen tulevien tulojen ja menojen tulisi olla yhtä suuret.

Nykyisten sukupolvien nettomaksujen nykyarvo
+ Tulevien sukupolvien nettomaksujen nykyarvo
=
Tulevien julkisten menojen nykyarvo
+ Tämänhetkinen julkinen nettovarallisuus

Budjettirajoite ei tarkoita, että julkinen velka pitäisi maksaa kokonaan pois. Rajoite kuitenkin estää, ettei valtio voi lainata loputtomasti maksaakseen lainan korkoja vaan joskus sen on korotettava veroja. Verotuksen ylittävä menotaso aiheuttaa rasitteita tuleville sukupolville korkojen kera. Sukupolvitilinpito siis kertoo miten vallitseva politiikka kohtelee eri sukupolvia, mikäli politiikka pysyy muuttumattomana. Mallin avulla pystytään myös määrittämään kuinka paljon

veroja tulee korottaa, että epätasapainossa oleva julkinen talous saadaan takaisin vakaalle pohjalle. Tulee kuitenkin muistaa, ettei sukupolvitilinpito ota huomioon kuluttajan käyttäytymisen makrovaikutuksia, joten verojen korotustarve saattaa aliarvioitua.

Mallissa käytettävät numeeriset laskelmat perustuvat väestöennusteeseen ja kansantalouden tilinpidon julkisyhteisöjen tuloihin ja menoihin, jotka on jaettu ikäprofiileittain niiden erien osalta, jotka ovat ikäriippuvaisia. Jaottelu tehdään myös sukupuolten välillä, koska elinikäennusteet eroavat paljon sukupuolittain. Laskelmissa finanssipolitiikan oletetaan pysyvän ennallaan ja julkisten palvelujen kustannusten kasvavan bruttokansantuotteen kasvuvauhtia. Myös diskonttokorko ja talouden kasvuvauhti pitää ennustaa koko tarkasteluajanjaksolle. (Vanne, 1998)

Sukupolvitilinpito on otettu laajasti käyttöön ympäri maailmaa finanssipoliittisten ja demografisten muutosten sukupolvivaikutusten mittaamiseksi. Auerbach, Kotlikoff ja Leibfritz (1999) esittelevät 17 maan sukupolvitilinpitolaskelmat. Laskelmista käy ilmi, että väestön ikääntymisestä ja korkeasta velkaantumisesta johtuen monen teollisuusmaan valtiontalous on epätasapainossa pitkällä aikavälillä.

Vaittisen ja Vanteen (2006) laskelmien mukaan myöskään Suomen julkinen talous ei ole pitkällä aikavälillä tasapainossa. Laskelmien mukaan kokonaisveroastetta tulisi nostaa 5 %, jotta julkinen talous olisi tasapainossa pitkällä aikavälillä. Tutkimuksesta käy myös ilmi, että alle 23-vuotiaiden ja yli 61-vuotiaiden ikäluokat ovat nykyisistä sukupolvista verotuksessa nettohyötyjiä.

2.3 Sukupolvitilinpidon ja OLG-mallien eroja

Vertailtaessa sukupolvien hyötytasojen/nettoverojen[3] muutoksia tai eroja erilaisilla politiikkasimuloinneilla, saadaan sukupolvitilinpidolla ja OLG-malleilla, etenkin nykyisten sukupolvien kohdalla samansuuntaisia tuloksia. Suurin ero menetelmien välillä syntyy progressiivisen verotuksen vaikutusten arvioinnissa sekä niissä talouksissa, joissa pääoman sopeutumiskustannukset ovat suuria (Fehr – Kotlikoff, 1995). Sukupolvitilinpidon avulla ikärakenteen muutoksen vaikutukset saattavat tulla aliarvioiduiksi, koska verotuksen ja työeläkemaksujen nousun negatiivisia käyttäytymisvaikutuksia ei oteta huomioon. Laskelmiin sisältyvää epävarmuutta väestökehityksestä ja eksogeenisesti määritellyistä muuttujista kuten tuottavuuden kasvusta ei pystytä sukupolvitilinpidon menetelmin systemaattisesti arvioimaan.

[3] On huomioitava, että menetelmät mittaavat hieman eri asioita. Sukupolvitilinpidossa tarkastellaan taloudenpitäjien nettoveron muutoksia kun taas OLG-mallissa mitataan elinikäistä hyvinvointia.

Sukupolvitilinpito ei ota huomioon politiikkamuutosten tai ikääntymisen käyttäytymisvaikutuksia työn tarjontaan tai kuluttajahintoihin, eikä sen avulla pystytä tarkastelemaan mitä kautta talous sopeutuu uuteen tasapainoon. (Vanne, 1998) Sukupolvitilinpidon avulla ei myöskään pystytä tarkastelemaan tapauksia, joissa taloudenpitäjän suunnitteluhorisontti on pidempi tai lyhyempi kuin yksi elinkaari. Suunnitteluhorisontti voi olla normaalia lyhyempi pääomamarkkinoiden epätäydellisyydestä tai likviditeettirajoitteessa johtuen, tai normaalia pidempi, jos perinnön jättäjä ottaa huomioon jälkeläisen hyötyfunktion. Julkisten menojen oletetaan antavan kuluttajalle niihin panostetun rahan verran hyötyä, eikä julkisella kulutuksella oleteta olevan vaikutusta yksityiseen kulutukseen (Vaittinen – Vanne, 2006).

Sukupolvitilinpidon hyvänä puolena on sen läpinäkyvyys. Sen avulla voidaan selkeästi nähdä minkälaisia vaikutuksia ikärakenteen muutoksella on eri sukupolvien nettoveroihin tai julkisen talouden tasapainoon.

3 Suomalaisia sukupolvimalleja

Suomessa on käytössä kaksi laajempaa OLG-mallia: Elinkeinoelämän tutkimuslaitoksen ja sosiaali- ja terveysministeriön yhteistyönä rakentama FOG-malli (Finnish Overlapping Generations Model) sekä Suomen Pankin Aino-suhdannemalli, johon on lisätty väestödynamiikka, joka mahdollistaa pitkän aikavälin tarkastelun. Lisäksi sukupolvitilinpidon avulla on tehty laskelmia julkisen talouden tasapainosta pitkällä aikavälillä. Tässä kappaleessa keskitytään suomalaisten mallien ominaisuuksien kuvaamiseen sekä mallien vertailuun.

3.1 ETLAn FOG-malli [4]

FOG-mallihanke käynnistettiin vuonna 1993 ETLAn ja sosiaali- ja terveysministeriön yhteistyönä. Hankkeen tavoitteena oli luoda malli, jonka avulla voidaan tarkastella sosiaaliturvan ja kansantalouden riippuvuuksia, sosiaaliturvan tulevaisuuden näkymiä sekä sosiaali- ja veropoliittisten uudistusten kansantaloudellisia ja sukupolvikohtaisia vaikutuksia. Malli kuvaa avotaloutta, jossa on neljä sektoria; kotitaloudet, yritykset, julkinen sektori ja ulkomaat.

Kotitaloudet

Kotitaloudet on jaettu neljääntoista 5-vuotisikäryhmään. Talouden pitäjien oletetaan aloittavan itsenäisen päätöksenteon 20-vuotiaina ja kuolevan viimeistään 89-vuotiaana. Työtä tarjoavat 20–64-vuotiaat, sitä vanhemmat sukupolvet ovat eläkkeellä. Kuluttaja saa hyötynsä kulutuksesta, vapaa-ajasta sekä perinnön jätöstä. Perinnön jättö riippuu sille määrätystä parametriarvosta, eikä sitä optimoida suhteessa omaan ja lasten varallisuuteen. Kotitalouksien elinkaarivarallisuus, joka toimii budjettirajoitteena, muodostuu verojen jälkeisistä ansiotuloista, eläkkeistä ja perinnöistä. Kotitalouksien menot taas koostuvat arvonlisä- ja hyödykeverollisesta kulutuksesta, palvelumaksuista kunnille ja annetuista bruttoperinnöistä. Varallisuuden nykyarvoon vaikuttaa eloonjäämistodennäköisyys ja diskonttokorko. Kuluttajilla on myös sitova vuotuinen aikarajoite 365 päivää, joka on jaettava työnteon ja vapaa-ajan välille. Yli 65-vuotiaat eivät enää tarjoa työpanosta ja mallissa varhaiseläkkeelle on mahdollista jäädä 50 vuoden iässä.

Alkuperäisessä mallissa työeläkettä karttuu 1,5 % vuodessa ja täysi työeläke yksityisellä sektorilla on 60 % palkasta 40 vuoden työssäolon jälkeen. Kansaneläke koostuu pohjaosasta ja työeläkevähenteisestä lisäosasta. Kokonaiseläke saadaan summaamalla työ- ja kansaneläke.

[4] Malli on kuvattu ETLAn keskustelualoitteessa (Lassila – Palm – Valkonen, 1997), jonka pohjalta tämä mallikuvaus on tehty. Malliin vuosien mittaan tehtyjä muutoksia ei ole käsitelty.

Kotitalouksien hyödyn maksimointiongelman 1. kertaluvun ehdoista saadaan johdettua Euler-yhtälöt, joista selviävät kulutuksen ja työn tarjonnan elinkaariurat. Kulutusuraan vaikuttavat korko, eloonjäämistodennäköisyys, aikapreferenssi, kuluttajahintojen muutos, työn ja vapaa-ajan hintasuhde sekä useat parametrit. Kotitalouksien hyödyn muutosta mitataan kompensoidun variaation avulla, koska hyötyfunktion arvot eivät välttämättä kerro hyötymuutosten suuruudesta.

Sukupolven koko annetaan mallissa eksogeenisesti ja se muuttuu iän mukaan pienenevän eloonjäämistodennäköisyyden seurauksena. Aggregoidut muuttujat saadaan painottamalla kotitalouksien vastaavat muuttujat sukupolven koolla.

Yritykset

Yritykset ovat identtisiä pieniä pörssiyrityksiä, jotka maksimoivat omaa arvoaan. Työvoiman määrää voidaan muuttaa kitkatta, mutta pääomakannan muutokset aiheuttavat kustannuksia. Yritykset tuottavat yhtä tuotetta, jota viedään myös ulkomaille. Tuotantofunktio on vakioskaalatuottoinen CES-tuotantofunktio, jossa panosten määrän lisääminen samassa suhteessa kasvattaa tuotantoa vastaavalla määrällä. Yrityksen arvo määrittyy diskontattujen tulevien osinkojen summana. Yritys tekee päätöksen tuotannosta maksimoiden verotustekijöillä arvostetut tulevat osingot.

Pääomakanta periytyy edelliseltä periodilta ja sen muutos riippuu investointien ja kulumisen erotuksesta. Investointeihin liittyvät sopeutumiskustannukset hidastavat pääoman kertymistä. Investoinnit rahoitetaan velalla ja aikaisempien vuosien voitoilla.

Julkinen sektori

Julkinen sektori on jaettu valtioon, kuntiin ja sosiaalivakuutuslaitoksiin. Julkinen sektori ei harjoita optimointia vaan toimii ainoastaan annettujen vero- ja tulonsiirtosääntöjen toteuttajana.

Valtio toimii mallissa tulojen uudelleen jakajana keräämällä veroja ja jakamalla tulonsiirtoja. Valtio kerää arvonlisä-, tulo-, yritys-, osinko-, korkotulo-, myyntivoitto-, perintö- ja sosiaalivakuutusveroa. Valtio tukee kuntia valtion osuudella, joka on vakio-osuus kuntien käyttömenoista. Valtion budjetin ei tarvitse tasapainottua joka vuosi, mutta velan kasvuvauhti ei saa olla pitkällä aikavälillä korkoa suurempi.

Kunnat tuottavat palveluita, jotka ne rahoittavat kunnallisveroilla, valtionosuuksilla ja palvelumaksuilla. Kunnat maksavat työntekijöilleen samaa palkkaa kuin yksityinen sektori. Kuntien talous tasapainotetaan siten, että kunnallisveroaste, valtionosuus ja velan suhde BKT:hen vakioidaan, jolloin menojen ja työpanok-

sen määrä muuttuu endogeenisesti. Kuntatalous voidaan tasapainottaa myös kunnallisveron muutoksen kautta.

Sosiaalivakuutussektori koostuu työ- ja kansaneläkelaitoksista, jotka maksavat kotitalouksille eläkettä. Eläkemenot rahoitetaan työnantajien ja työntekijöiden työeläkevakuutusmaksuilla. Eläkejärjestelmä on jakojärjestelmän ja rahastoivan järjestelmän sekoitus, jossa osan eläkkeistä maksavat nykyiset työssäkäyvät ja osa maksetaan rahastoitujen vakuutusmaksujen tuotoilla.

Mallissa valtiontalous tasapainottuu arvonlisäveron, tuloveron tai tulonsiirtojen kautta niin, että velan suhde BKT:hen pidetään kiinteänä. Valtion velan BKT-suhteen voidaan myös antaa muuttua menojen mukaan pitämällä veroasteet kiinnitettyinä.

Ulkomaankauppa

Kyseessä on pieni avotalous, jossa viennin osuus kokonaiskysynnästä on suuri. Viennin määrä riippuu koti- ja ulkomaisten hintojen suhteesta hintajouston osoittamalla tavalla. Myös ulkomainen talouskasvu vaikuttaa viennin määrään. Ulkomaisten hyödykkeiden tuonti määräytyy hintasuhteesta ja korvattavuudesta kotimaisella tuotannolla.

Kauppatase määräytyy normaalisti viennin ja tuonnin erotuksena ja vaihtotase taas kauppataseen ja ulkomaisten nettokorkotulojen summana. Jos kotitalouksien ja eläkerahastojen säästäminen ei kata yritysten ja valtion lainantarvetta, on vaihtotase alijäämäinen.

Hyödyke-, työ- ja pääomamarkkinat

Hyödykemarkkinoilla on koti- ja ulkomaisia hyödykkeitä, joiden kysyntä muodostuu kulutuksesta, investoinneista, välituotekysynnästä ja viennistä. Kotimaisten tuotteiden tarjontaa rajoittaa kotimainen tuotanto, mutta ulkomaisten tuotteiden tarjonta on rajatonta kiintein hinnoin. Hinnat tasapainottavat kysynnän ja tarjonnan joka periodi.

Työvoiman kysyntä muodostuu yritysten ja kuntien työvoiman tarpeesta. Yksityisen sektorin työvoiman kysyntä perustuu työn rajatuottavuuteen ja työmarkkinoilla määräytyviin palkkoihin. Kuntien työvoiman kysyntä voidaan määritellä eksogeenisesti tai ratkaista kuntien budjettirajoitteesta. Työvoiman tarjonta saadaan summaamalla kaikkien työssäkäyvien sukupolvien työn tarjonta. Palkka määräytyy tehokkailla työmarkkinoilla rajatuottavuuden ja työvoimakustannusten tasapainossa.

Pääomamarkkinoilla käytetään lainoja ja osakkeita eri sektoreiden rahoituksen yli- ja alijäämien tasaamiseksi. Ulkomaiset sijoittajat voivat mallissa osallistua

vain lainamarkkinoille. Nettovelkaa taloudessa on nuorilla, yrityksillä sekä valtiolla ja kunnilla. Pääomamarkkinoilla pätee arbitraasiehto, joka takaa saman riskikorjatun tuoton korko- ja osakeinstrumenteille. Malli on rakennettu markkaaikaan, joten siinä on mukana kotimainen ja ulkomainen korko. Koti- ja ulkomaisen koron erotus riippuu ulkomaisen pääoman tarjonnasta.

Demografia ja taloudellinen kasvu

Väestökehitys mallitetaan antamalla nuorimman ikäluokan koko tai sen ennuste, josta määräytyvät tulevien ikäluokkien koot vakiokuolintodennäköisyyden avulla. Todennäköisyyksiä voidaan myös muuttaa, jolloin eliniän kasvun vaikutuksia voidaan simuloida.

Työpanoksen tehokkuus kasvaa mallissa vakiovauhtia, joka johtaa tasaiseen talouskasvuun. Työn tuottavuus kasvaa myös työtekijän iän myötä, joka vaikuttaa kotitalouksien käyttäytymiseen. Kuluttajat velkaantuvat ja kuluttavat vapaaaikana nuorena ja työskentelevät vanhempana, koska tuottavuuden kasvun nostamien palkkojen ansiosta työssäkäynti on silloin kannattavampaa. Tämä havainto ei ole sopusoinnussa todellisuuden kanssa ja siitä pyritään pääsemään eroon asettamalla aikapreferenssien parametrit riittävän pieniksi, jopa negatiivisiksi.

Mallin ratkaiseminen

Malli kuvaa täydellisesti toimivaa taloutta, jossa markkinat ovat aina tasapainossa, joten sitä ei suoraan pystytä täsmäämään Suomen tilastoaineistoon. Mallin varallisuuden ikäjakauma ja eläkejärjestelmä on pyritty muotoilemaan mahdollisimman lähelle suomalaista aineistoa.

Eräät makrotaloudelliset suhdeluvut kuten vienti ja tuonti, ulkomainen nettovelka, työeläkerahastot, julkisen sektorin nettovelka ja yritysten investoinnit ovat lähellä Suomessa havaittuja lukuja.

Mallin ratkaisu saadaan yhtälöryhmästä, jonka ratkaisemiseen on käytetty Gauss-ohjelmistoa. Mallin ratkaisu koostuu kahdesta osasta, jotka ratkaistaan vuorotellen. Ensin ratkaistaan kotitalouksien kulutus ja työvoiman tarjonta pitäen hinnat, palkat ja korot eksogeenisinä. Aggregoitu kokonaiskulutus ja työvoiman tarjonta siirretään yritys- ja markkinatasapainoyhtälöihin, jotka ratkeavat Fair-Taylor -algoritmillä, jonka jälkeen yrityssektorilta saadut palkat, hinnat ja korot siirretään takaisin kotitalouksien yhtälöön. Mallia iteroidaan niin monta kierrosta, kunnes tasapaino löytyy.

Epälineaaristen yhtälöryhmien ratkaisun löytäminen riippuu usein valituista alkuarvoista. Tämän vuoksi alkuarvot dynaamiseen yhtälöön ratkaistaan ensin staattisista tasapainoarvoista, jotka saadaan helpommasta yhtälöryhmästä. Ratkaisujen löytäminen on mallin laajuutta rajoittava tekijä.

3.2 Suomen Pankin limittäisten sukupolvien malli[5]

Suomen Pankissa on kehitelty vuodesta 2001 lähtien uutta dynaamista yleisen tasapainon mallia. Vuodesta 2004 Suomen Pankin ennustetoimessa ja politiikkalaskelmissa on käytetty Aino-mallia, joka on rationaalisiin odotuksiin ja talouden pitäjän optimointikäyttäytymiseen perustuva yleisen tasapainon makrotalouden malli. Aino on luonteeltaan reaalisten suhdannevaihteluiden malli. Siihen on lisätty väestödynamiikka, joka perustuu Gertlerin (1999) yleisen tasapainon malliin, jonka pohjana ovat puolestaan Blanchardin (1985) ja Weilin (1989) sukupolvimallit. Väestödynamiikan ansiosta Aino-malli soveltuu suhdannevaihteluiden lisäksi myös pitkän aikavälin politiikkalaskelmiin. Kyseessä on pienen avotalouden malli, jossa korkokanta on eksogeeninen. Mallissa on ei-stokastinen tasapainotettu kasvu-ura, jossa talouden kasvu määräytyy eksogeenisesti annetusta väestön sekä työvoimateknologian kasvusta. Malli sisältää käytännössä vain kaksi väestöryhmää, eläkeläiset ja työssäkäyvät. Tämä helpottaa mallin ratkaisemista sekä analyyttistä tulkintaa, mutta samalla rajoittaa sukupolvien ja ikäryhmien välistä vertailua.

Kotitaloudet

Kotitaloudet maksimoivat elinikäistä hyvinvointia tasaamalla kulutusta lainojen ja säästöjen avulla. Kotitaloudet on jaettu eläkeläisiin ja työtekijöihin. Eläkeläisten rajakulutusalttiuden oletetaan olevan suurempi. Myös eläkeläiset voivat osallistuvat työmarkkinoille, mutta heidän rajatuottavuutensa on pienempi kuin työikäisillä.

Työikäisillä on tietty todennäköisyys jäädä eläkkeelle joka periodi. Eläkkeellä olevilla on puolestaan jokin todennäköisyys kuolla seuraavalla periodilla[6]. Näistä ei-stationaarisista väestörakenteista saadaan määriteltyä keskimääräinen työssäoloaika sekä eläkkeelläoloaika, joiden muutoksia voidaan myös simuloida mallin avulla.

Kuluttajan hyöty riippuu nykyisestä ja tulevasta kulutuksesta sekä vapaa-ajasta. Hyötyfunktio on vakiojoustoinen aggregaatti kulutuksesta ja vapaa-ajasta, jotka sisältävät aikapreferenssin sekä intertemporaalisen substituutiosuhteen. Eläkeläisten aikapreferenssi sekä rajakulutusalttius riippuvat heidän kuoleman todennäköisyydestään. Työntekijöiden budjettirajoite kostuu pääomatuloista, nettopalkasta sekä tulonsiirroista, jotka yhteensä eivät saa ylittää aggregoitua kulutusta. Eläkeläisten osalta budjettirajoite on samantyyppinen, mutta tulonsiir-

[5] Mallin kuvaus löytyy artikkeleista: Kilponen, Kinnunen ja Ripatti (2006), Kilponen ja Ripatti (2006, 1) sekä Kilponen ja Ripatti (2006, 2).

[6] Eloonjäämistodennäköisyyden γ avulla voidaan määrittää odotettu elinikä $\frac{1}{1-\gamma}$.

rot ovat nyt eläkkeitä ja työtulot painotetaan eläkeläisten tuottavuuskertoimella, joka on pienempi kuin työikäisillä.

Varallisuus koostuu koti- ja ulkomaisista joukkolainoista sekä kotimaisista osakkeista. Joukkolainojen tuotot määräytyvät eksogeenisesti nimellisestä korkotasosta, osakkeiden tuotot puolestaan määräytyvät mallissa yritysten kannattavuuden perusteella. Varallisuuden jakautuminen eläkeläisten ja työikäisten välillä on mallissa määritelty erillisellä tilamuuttujalla.

Tuotantosektori

Tuotanto perustuu yhteen välituotteeseen, jota tuotetaan yhdistämällä pääomaa ja työvoimaa CES-tuotantofunktiolla. Välituotemarkkinoilla vallitsee monopolistinen kilpailu. Pääomamarkkinat ovat täydelliset, mutta pääomalla on sopeuttamiskustannuksia sekä stokastinen kulumisaste.

Koti- ja ulkomaisia välituotteita yhdistelemällä saadaan kolmenlaisia lopputuotteita: kulutushyödykkeitä, pääomahyödykkeitä ja vientihyödykkeitä. Lopputuotteiden valmistajat kohtaavat täydellisen kilpailun, mutta tuotteiden hinnat ovat jäykkiä calvo-hinnoittelun mukaisesti. Kaikkien markkinoiden oletetaan olevan tasapainossa kaikilla ajanhetkillä. Talouden kasvu riippuu mallissa työpanoksen tehokkuudesta ja määrästä. Malli ei kuitenkaan selitä mistä työn tuottavuuden kasvu johtuu, vaan ottaa sen annettuna.

Työmarkkinat

Työmarkkinoilla vallitsee nimellinen palkkajäykkyys, joka pohjautuu työntekijöiden hinnoitteluvoimaan työmarkkinoilla. Tasapainossa nimellispalkkojen kasvu on tuottavuuden kasvu lisättynä inflaatiolla. Reaalipalkat asettuvat kuitenkin kilpailullisen tasapainon yläpuolelle työntekijöiden hinnoitteluvoiman seurauksena, jolloin taloudessa esiintyy työttömyyttä myös pitkän aikavälin tasapainossa. Työvoiman määrä saadaan summaamalla yhteen työntekijöiden ja eläkeläisten työn tarjonta. Eläkeläisten oletetaan aina olevan työn tarjontakäyrällä vallitsevin hinnoin.

Julkinen sektori

Julkinen sektori on jaettu valtiontalouteen ja eläkerahastoihin. Valtio kerää veroja palkkatuloista, pääomatuloista ja kulutuksesta ja käyttää ne julkiseen kulutukseen, tulonsiirtoihin ja korkomenoihin. Malli tasapainottuu finanssipolitiikan verosäännöllä, joka asettaa veroasteen siten, että valtiontalous pysyy pitkän aikavälin tasapainossa.

Eläkkeet rahoitetaan osittain rahastojen tuotoilla (25 % eläkkeistä) ja osittain suorilla tulonsiirroilla työikäisiltä eläkeläisille. Eläkerahastot keräävät eläkemak-

suja yksityiseltä sektorilta ja maksavat eläkkeitä sekä hoitavat rahastointia. Eläkemenot ja -tulot riippuvat väestörakenteesta sekä palkoista.

Mallin kalibrointi

Talouden oletetaan aluksi olevan tasapainossa. Talouden oletetaan kasvavan tasapainotettua uraa pitkin ja väestörakenteen pysyvän vakaana. Mallin parametrit on kalibroitu kuvaamaan Suomen talouden rakenteita. Kalibroinnissa on pyritty asettamaan tärkeät suhteet, kuten tuotantosuhteet, osallistumisaste, väestörakenne ja julkistalouden muuttujat mahdollisimman lähelle Suomen talouden 10 vuoden keskiarvoa.

Keskimääräinen työssäoloaika on 43 vuotta ja eläkkeellä ollaan keskimäärin 15 vuotta. Huoltosuhde[7] on tasapainossa 1/3 ja keskieläke 55 % palkasta. Reaalinen korkotaso on 2,4 % ja talouden kasvu 2,3 % vuodessa.

Mallilla tehtyjä simulointeja

Suomen Pankin limittäisten sukupolvien mallilla tehdyistä simuloinneista on esimerkki oheisessa taulukossa. Siinä esitetään eri simulointeihin tehdyt muutokset alkuperäiseen tasapainoon.

Taulukko 3.1. Suomen Pankin mallilla tehtyjä simulointeja

	Simulointi				
Muuttuvat tekijät	I	II	III	IV	V
Eläkkeelläoloaika, vuosia	5	5	5	5	5
Työntekijöiden määrän vuotuinen kasvu-%		−0,5	−0,5	−0,5	−0,5
Oletettu työuran pituuden muutos, vuosia			2,5	2,5	2,5
Keskieläkkeen suhde palkoihin, % -yksiköä				−10,0	μ*

Lähde: Kilponen et al., 2006.

Ensimmäisessä simuloinnissa korotetaan eliniän odotetta niin, että eläkkeelläoloaika kasvaa viidellä vuodella. Muutoksen seurauksena huoltosuhde nousee 11 prosenttiyksikköä, joka johtaa eläkemaksujen yli kuuden prosenttiyksikön nousuun osuutena palkkatuloista. Tuloveroasteen olisi noustava 3,7 prosenttiyksikköä, jotta julkinen talous pysyisi tasapainossa. Tuloveron korotus puolestaan madaltaa työllisyyttä.

Toisessa simuloinnissa oletetaan eläkkeelläoloajan pitenemisen lisäksi, että työikäisten määrä kasvaa puoli prosenttia hitaammin kuin perusskenaariossa. Työ-

[7] Eläkeläisten määrän suhde työikäisten määrään.

eläkemaksuja on korotettava 8,8 prosenttiyksikköä ja tuloveroa 3,4 prosenttiyksikköä. Työllisyysaste tulisi laskemaan 5 prosenttiyksikköä veromuutosten seurauksena.

Kolmannessa simuloinnissa edellisiin olettamuksiin lisätään se, että eläkeuudistuksen seurauksena työura pitenee 2 1/2 vuotta. Tämä vähentää verojen ja eläkemaksujen korotustarvetta noin 1,8 prosenttiyksiköllä verrattuna edelliseen tapaukseen.

Neljännessä simuloinnissa pienennetään lisäksi keskieläkkeiden suhdetta palkkaan 10 prosenttiyksiköllä. Tämä lähes kompensoi muiden muutosten vaikutukset eli tuloveroa ei tarvitsisi korottaa lainkaan ja eläkemaksujakin vain hieman. Viidennen simuloinnin tuloksena saadaan, että keskieläkkeen tulisi laskea 12 prosenttiyksikköä suhteessa palkkoihin, jotta veroaste ja eläkemaksut eivät nousisi muiden muutosten seurauksena.

Johtopäätöksinä simuloinneista todetaan, että väestön ikääntymisen aiheuttamat kustannukset tulevat nostamaan veroastetta pysyvästi jopa 1990-luvun pahimpia lamavuosia korkeammalle. Korkea verotus luo talouteen tehokkuustappiota työvoiman tarjonnan, palkkojen ja yksityisen kulutuksen välityksellä. Eläkkeiden korvausasteen pienentäminen vähentäisi verorasitusta, mutta samalla pienentää eläkeläisten ostovoimaa ja saattaa siten aiheuttaa paineita muuta sosiaaliturvaa kohtaan. Yhtenä ratkaisuna ongelmaan esitetään eläkejärjestelmään kannustimia työuran pidentämiseksi.

3.3 Suomalaisten mallien vertailua

Suomen Pankin ja ETLAn mallit eroavat selvästi ikäkohorttien mallintamisessa. ETLAn mallissa 20–89-vuotias väestö on jaettu 5-vuotisryhmiin. Yli 65-vuotiaat ovat eläkkeellä eivätkä osallistu työmarkkinoille. Suomen Pankin OLG-mallissa on periaatteessa vain kaksi kohorttia, työntekijät ja eläkeläiset. Työntekijöillä on joka periodi tietty todennäköisyys jäädä eläkkeelle, jonka avulla pystytään eksogeenisesti määrittämään keskimääräinen eläkeikä. Eläkeläisillä on puolestaan tietty todennäköisyys kuolla seuraavalla periodilla, jonka avulla malliin saadaan mukaan odotettu elinikä. Suomen Pankin mallin yksinkertainen väestörakenne ei mahdollista politiikkamuutosten vaikutusten arviointia eri sukupolvien välillä. ETLAn mallissa pystytään arvioimaan miten esimerkiksi veromuutokset vaikuttavat eri sukupolviin. Yksinkertaistettu väestörakenne ei kuitenkaan aiheuta suurta haittaa pitkän aikavälin julkisen talouden tasapainon tarkastelussa, koska siinä on merkittävimmässä roolissa huoltosuhde työssäkäyvien ja eläkeläisten välillä.

Malleissa on eroa myös työvoiman tarjonnan ja työn tuottavuuden käsittelyssä. FOG-mallissa työn tuottavuuden oletetaan lineaarisesti kasvavan henkilön vanhetessa ja taloudenpitäjät lopettavat työn tarjonnan siirtyessään eläkkeelle.

AINO-mallissa kaikilla työikäisillä on sama tuottavuus iästä riippumatta ja myös eläkeläiset voivat osallistua työmarkkinoille, mutta heillä on matalampi työn tuottavuus. FOG-mallissa kunkin kohortin eläketulot määräytyvät työuran pituuden ja ansaittujen tulojen mukaan kun taas AINO-mallissa eläkkeet on summattu kaikille eläkkeensaajille. Suomen Pankin mallissa eläkeläisille on määritelty korkeampi rajakulutusalttius kun työssäkäyville. Elinkaarihypoteesin mukaisesti eläkeläiset kuluttavat enemmän suhteessa tuloihin kuin työssäkäyvät. Tulot laskevat siirryttäessä eläkkeelle ja eläkeläiset alkavat käyttää kertyneitä säästöjä pitääkseen kulutuksen lähellä aikaisempaa. Marja Riihelän tutkimuksessa (2006) käy kuitenkin ilmi, että säästäminen ei vähene eikä kulutusalttius kasva eläkkeelle siirryttäessä. Selityksinä voivat olla kulutusmenojen pieneneminen lasten muuttaessa pois kotoa sekä varautumis- ja perinnönjättömotiivit. Varallisuudella näyttäisikin olevan suurempi merkitys kulutuskäyttäytymiseen kuin iällä (kuvio 6.1).

Mallit eroavat myös tuotantosektorin mallintamisessa. FOG-mallissa on päädytty yksinkertaisempaan täydellisten hyödykemarkkinoiden ratkaisuun, kun taas AINO-mallissa välituotteilla on monopolistinen kilpailu ja lopputuotteet noudattavat Calvo-hinnoittelua, jotka tuovat jäykkyyksiä talouteen. Mark-up hintojen ja palkkajäykkyyksien sisällyttäminen malliin antaa mahdollisuuden tarkastella työ- ja hyödykemarkkinoiden kilpailun lisääntymisen vaikutuksia (Kilponen – Ripatti, 2006, 1). AINO-mallissa on myös otettu mukaan hintaindeksit ja inflaatio, kun FOG-mallissa käsitellään pelkästään reaalisuureita. AINO-mallissa rahapolitiikka voidaan asettaa kiinteällä valuuttakurssilla tai sen voidaan antaa muodostua Taylorin säännön mukaisesti. Rahapolitiikan lisääminen malliin antaa mahdollisuuden simuloida rahapolitiikkasokkien vaikutusta talouteen.

Molemmat mallit soveltuvat ikärakenteen muutoksen sekä politiikkamuuttujien pitkän aikavälin arviointiin. Mallien erot johtuvat paljolti niiden hieman erityyppisistä käyttötarkoituksista. FOG-mallia on kehitetty sosiaalijärjestelmien tarkasteluun, joka puoltaa julkisen sektorin tarkempaa määrittelyä sekä vähentää tarvetta yrityssektorin yksityiskohtaisempaan mallintamiseen. AINO-mallia käytetään pitkän aikavälin tarkastelujen lisäksi suhdanne-ennusteessa, joka edellyttää yrityssektorin ja markkinoiden rakenteiden huolellista määrittelemistä. Tutkimuskohteesta riippuen malleilla saadaan hieman toisistaan poikkeavia tuloksia (Lassila et al., 2007).

4 Ulkomaisia malleja

Numeeriset limittäisten sukupolvien mallit ovat yleistyneet ympäri maailmaa. Laskentakehikoita käytetään etenkin pitkän aikavälin julkisen talouden tasapainon tarkasteluun sekä finanssipolitiikan kohtaannon tarkasteluun eri sukupolvien välillä. Euroopassa väestön ikärakenteen muutos luo erityisesti tarvetta julkisen talouden kestävyyden tutkimiseen. EU-maat ovatkin tehneet yhteisen selvityksen ikääntymisen vaikutuksista (AWG, 2006). Lisäksi monesta maasta löytyy samantyyppinen kattava julkisen talouden kestävyysanalyysi kun valtioneuvoston kanslian raportti ”Ikääntymisen taloudelliset vaikutukset ja niihin varautuminen”, (2007).

4.1 Hollannin sukupolvimalli

Hollantilainen tutkimuslaitos CPB on ollut Euroopan eturintamassa kehittämässä limittäisten sukupolvien dynaamista yleisen tasapainon mallia. Tutkimuslaitoksen viimeisin Hollannin julkista taloutta ja ikääntymistä koskeva tutkimus (van Ewijk et al., 2006) on laaja katsaus talouden pitkän aikavälin näkymiin vaikuttaviin tekijöihin. Raportissa annetaan myös vahvoja politiikkasuosituksia, miten Hollannin julkinen talous saadaan pysymään vakaus- ja kasvusopimuksen raameissa. Politiikkasuosituksissa on huomioitu myös sukupolvien välisen tasaarvon toteutuminen. CPB raportin numeeriset simuloinnit perustuvat GAMMA-malliin (Draper et al., 2005), joka on pienen avotalouden OLG-malli.

GAMMA-malli on yleisen tasapainon malli, jonka perustana on sukupolvitilinpito. Mallissa kotitaloudet päättävät työn tarjonnasta ja yksityisestä kulutuksesta. Tulo-, kulutus- ja pääomaverot vaikuttavat kotitalouksien optimointipäätöksiin. Kotitalouksien kulutusprofiilit ovat kumpumaisia ja siten sidoksissa empiiriseen aineistoon. Yritykset määräävät työn ja pääoman kysynnän käyttäen CES-tuotantofuntiota. Mallissa oletetaan täydelliset työ-, hyödyke- ja pääomamarkkinat ja siten se ei sovellu lyhyen tai keskipitkän aikavälin tarkasteluun. Malli onkin kehitetty ensisijaisesti ikääntymisen, eläkekysymysten ja rakenteellisten politiikkamuutosten tarkasteluun. Malli on luonteeltaan deterministinen, jossa täydelliset pääomamarkkinat antavat vakuutuksen eliniän epävarmuutta vastaan. Eläkerahastot määräävät eläkemaksujen tason, joka on tietty prosenttiosuus periodin palkasta. Valtion menot on jaettu ikäsidonnaisiin ja iästä riippumattomiin menoihin. Valtion tulot syntyvät veroista, sosiaalimaksuista sekä omistuksien tuotoista.

Hollannin talous eroaa muista EU-maista muun muassa eläkejärjestelmänsä sekä suurten maakaasuvarojen takia. Hollannissa eläkejärjestelmän toinen pilari eli yksityissektoriin luettava rahastoitu osuus eläkkeistä on suuri. Tämä antaa julkiselle taloudelle paremmat lähtöasetelmat väestön ikääntyessä. Eläkkeistä makse-

taan tuloveroa, mutta eläkkeet rahoitetaan rahastoista. Eläkerahoitus onkin vahvasti sidoksissa vallitsevaan korkotasoon, joka pitkälti määrää eläkerahastojen tuotot. Hollannin eläkejärjestelmän pitkän ajan näkymät ovat huonontuneet aiemmasta arviosta, koska raportin mukaan Euro-alue näyttää siirtyvän pysyvästi matalan koron aikakauteen.

Raportissa todetaan, että talouskasvu ei ole julkisen talouden kannalta yksiselitteinen ilmiö. Se lisää valtion verotuloja, mutta sillä on myös julkisia menoja kasvattava vaikutus. Syitä tähän ovat palkkoihin indeksoidut eläkkeet, sosiaalimenot ja muut tulonsiirrot. Lisäksi terveydenhoitomenojen oletetaan kasvavan, koska julkisen sektorin tuottavuus kehittyy hitaammin kuin yksityisellä sektorilla, jonka mukaan palkkakehitys määräytyy (Baumolin tauti).

CPB:n politiikkasuositukset julkisen talouden pitkän aikavälin kestävyyden turvaamiseksi ovat saman suuntaisia mitä Suomessa on esitetty. Suorin tapa varautua ikääntymiseen on leikata välittömästi julkisia menoja ja korottaa veroja, jotta valtion velkaa saadaan vähennettyä. Näin säästetään korkomenoissa ja valtiolle jää enemmän liikkumavaraa. Lisäksi koulutukseen panostaminen ja etenkin naisten, ikääntyvien ja maahanmuuttajien työmarkkinoiden osallistumisasteen kohottaminen olisi tärkeää julkisen talouden kannalta. Eläkeikää nostamalla saataisiin parannettua huoltosuhdetta, joka omalta osaltaan kohentaisi tilannetta. Eläkkeiden verotuksen kiristäminen olisi myös yksi keino saada valtion kassaan rahaa purkautuvista eläkerahastoista.

4.2 Tanskan DREAM-malli

DREAM-group on Tanskan tilastokeskuksen itsenäinen tutkimusyksikkö, jonka pääasiallinen tehtävä on kehittää, ylläpitää ja tuottaa tutkimusta Tanskan limittäisten sukupolvien (Danish Rational Economic Agents Model, DREAM) -mallilla. (www.dreammodel.dk)

DREAM-malli eroaa perinteisestä Auerbach-Kotlikoff -kehikosta erikoisella väestörakenteen määritelmällä. Kuluttajat ovat määritelty edustavina kotitalouksina, joilla on eksogeenisesti määritelty ikä, joka määräytyy sukupuolittain erotellusta kuolintodennäköisyydestä sekä naisten keskimääräisestä lasten määrästä. Kotitalouksien aikuisväestö on jaettu eläkeläisiin ja työikäisiin. Mallissa lapset sekä odotettu eläkkeelläoloajan pituus ovat elinkaarisäästämisen motiiveja. Kotitaloudet jättävät perintöä jälkeläisilleen, jotka ottavat tämän huomioon hyötyfunktiossaan.

Mallissa kuluttajien tulot muodostuvat kahdeksasta eri lähteestä, jotka ovat kaikki erikseen määriteltyjä. Perinteisten mallien mukaisesti kuluttajat saavat palkkatuloja, työttömyyskorvausta, pääomatuloja, eläkettä sekä perintöä. Näiden lisäksi tulot muodostuvat ikäsidonnaisista tulonsiirroista kuten lapsilisistä, opintotuista

ja sairauskorvauksista sekä iästä riippumattomista tulonsiirroista. Myös nettomaksut EU:lta sekä tulonsiirrot ulkomailta kohdennetaan kotitalouksille, joiden tuloista myös vähennetään kehitysavun osuus. (Knudsen et al., 1998)

Uudenlainen kotitalouksien mallintaminen antaa perinteisistä malleista poiketen mahdollisuuden kotitalouksien koon muutoksille yli ajan. Syntyvyyden alentuessa nousee kotitalouksien keskimääräinen ikä. Samalla kotitalouksien säästämiskäyttäytyminen muuttuu, koska nuorten kotitalouksien säästäminen kasvaa lasten määrän pudotessa ja vastaavasti perinnönjättö pienenee perillisten määrän vähentyessä, joka johtaa vanhempien ikäluokkien säästämisen vähenemiseen. Mallilla päästään lähemmäksi todellista kotitalouksien säästämiskäyttäytymistä, joka on perinteisissä malleissa ollut ristiriidassa empiiristen havaintojen kanssa todellisesta säästämisasteesta eri ikäryhmissä. (Knudsen et al., 1998)

DREAM-mallilla on tehty laajasti tutkimusta julkisen talouden pitkän ajan kysymyksistä. Mallin avulla on selvitetty muun muassa maahanmuuton, veroreformien ja ikääntymisen vaikutuksia julkiseen talouteen. Mallia on käytetty myös tanskalaisen CEBR-tutkimuslaitoksen julkaisuissa ja opinnäytetöissä.

4.3 Probabilistic Ageing (PA)

Englantilaisen Mark Gertlerin (1999) sukupolvimallista, johon myös Suomen Pankin malli perustuu, on kehitetty yksityiskohtaisempi versio (Grafenhofer et al., 2006), jossa ihmiset on jaettu ikäluokkiin todennäköisyyksien avulla. Gertlerin mallin kahden ikäluokan sijaan PA-mallissa ihmiset on jaettu kahdeksaan edustavan kuluttajan ikäryhmään, joka kuvaa riittävän yksityiskohtaisesti elinkaarikäyttäytymisen vaiheet. Mallissa ihmisten ikä ei ole määritelty ikävuosina, vaan tiettyyn ikäryhmään kuuluvilla henkilöillä on sama ”taloudellinen ikä”, joka muodostuu tuottavuudesta, terveydestä, preferensseistä ja elinikäodotuksesta. Tärkeimmät parametrit ovat syntyvyys sekä kohorteittain muuttuvat todennäköisyydet siirtyä ikäryhmästä toiseen, jäädä eläkkeelle ja kuolla. Näiden parametrien avulla pystytään määrittelemään ikärakenteet tarkemmin kuin Gertlerin mallissa ja saamaan yksityiskohtaisempia simulaatiotuloksia. Ikäryhmien välillä on palkka- ja tuottavuuseroja, mutta kohortin sisällä taloudenpitäjät ovat homogeenisiä. Mallin etuna on sen verraten yksinkertainen kahdeksan ikäryhmän rakenne, joka helpottaa sen analyyttistä tarkastelua, mutta mahdollistaa samalla politiikkamuutosten ja sokkien elinkaaritarkastelun.

5 Sukupolvimallin käyttömahdollisuuksista

OLG-malleja käytetään julkisen talouden pitkän aikavälin näkymien tarkasteluun ja sosiaali- ja veropoliittisten uudistusten taloudellisten ja sukupolvikohtaisten vaikutusten tarkasteluun. Mallien avulla on tutkittu myös investointihalukkuutta, veroprogressiota, valtion menoja, rahapolitiikkaa, endogeenista kasvua, henkisen pääoman kertymistä sekä koulutuspolitiikkaa. Tutkimuskohteina ovat olleet myös ikääntymisen vaikutukset ja poliittisten muutosten ajoitus kuin finanssipoliittisten uudistusten tehokkuusvaikutuksetkin. (Kotlikoff, 2000, s.33)

5.1 OLG-malli sukupolvien välisen hyvinvoinnin tarkastelussa

Politiikkamuutokset vaikuttavat usein hyvin eri tavalla eri sukupolviin. Muutoksia voidaan arvioida esimerkiksi Musgraven kriteerillä sukupolvien välisestä tasa-arvosta. OLG-mallien avulla pystytään tarkastelemaan politiikkamuutosten vaikutuksia eri sukupolvien hyvinvointiin. Mallit ottavat huomioon muutosten aiheuttamat vaikutukset kuluttajien käyttäytymiseen sekä talouden tehokkuuteen. Mallien dynaaminen luonne antaa myös mahdollisuuden tarkastella muutoksen aikauraa vanhasta tasapainosta uuteen. Esimerkiksi eläkkeiden ja eläkemaksujen leikkaaminen hyödyttää eniten tulevia sukupolvia, jotka pääsevät nauttimaan alenevista eläkemaksuista koko maksuajalta, kun nykyiset työikäiset hyötyvät vain osittain eläkemaksujen alenemisesta, mutta kärsivät täysimääräisesti matalammista eläkkeistä. Koulutukseen panostaminen taas parantaa eniten tulevien sukupolvien hyvinvointia kasvavina tuloina. Tosin se korottaa myös nykyisten työikäisten ja eläkeläisten eläkkeitä siltä osin kuin eläkkeet on indeksoitu tulokehitykseen. Valtion investointien hyödyt ja kustannukset ajoittuvat usein eri ajanjaksoille, jolloin hankkeilla voi olla vaikutusta sukupolvien väliseen tulonjakoon.

5.2 Rakenteellisten veromuutosten tarkastelu

Verojärjestelmän muuttaminen siten, että verotus painottuu aiempaa enemmän tulojen, kulutuksen tai pääoman verotukseen aiheuttaa hyvinvointivaikutuksia, joita voidaan arvioida OLG-mallin avulla. Esimerkiksi siirryttäessä tuloverotuksesta kulutusveroihin, ovat vanhemmat ikäpolvet häviäjiä, koska heillä tulot ovat pienet suhteessa kulutukseen kun taas tulevien sukupolvien hyöty kasvaa verotuksen vääristymien vähenemisen ja talouden kasvun nopeutumisen ansiosta. Verojärjestelmän muutosten vaikutuksia säästämisasteeseen ja sitä kautta pääoman muodostukseen voidaan myös simuloida OLG-mallien avulla. (Auerbach – Kotlikoff, 1987, s. 70) Mikäli ennusteet julkisten talouksien alijäämien kasvamisesta toteutuvat, joudutaan veroja väistämättä korottamaan. Tällöin on hyvä ottaa huomioon verotuksen tehokkuusvaikutukset ja pyrkiä sellaiseen verorakenteeseen ja muutoksen ajoitukseen (”Tax smoothing”), että aiheutetaan mahdollisimman vähän vääristymiä talouteen. OLG-malleilla on tutkittu myös julkisen

velan vaikutuksia yksityiseen säästämiseen ja kokonaistalouteen (Kilponen – Romppanen, 2001).

5.3 Väestörakenteen muutoksen tarkastelu OLG-mallilla

Yleisimmin OLG-malleilla on tutkittu väestön ikärakenteen muutoksen vaikutuksia julkisen talouden tuloihin ja menoihin. Malleihin voidaan sisällyttää erilaisia väestöennusteita ja arvioida kuinka ikäsidonnaiset julkiset menot kuten eläkkeet ja terveydenhuoltomenot eri skenaarioissa kehittyvät. Väestön ikääntyminen laskee työikäisten määrää suhteessa eläkeläisiin, joka lisää paineita veronkorotuksille, koska eläkkeet ja hoivapalvelut rahoitetaan pääosin työikäisiltä perittävillä veroilla ja maksuilla. Väestörakenteen muutoksen aiheuttaman julkisen talouden epätasapainon korjaamiseksi tarvittavien veronkorotuksien määrää voidaan arvioida OLG-mallien avulla. Väestö- ja talouskehitykseen liittyvä epävarmuus vaikeuttaa tarkkojen arvioiden tekemistä tulevista rahoitustarpeista.

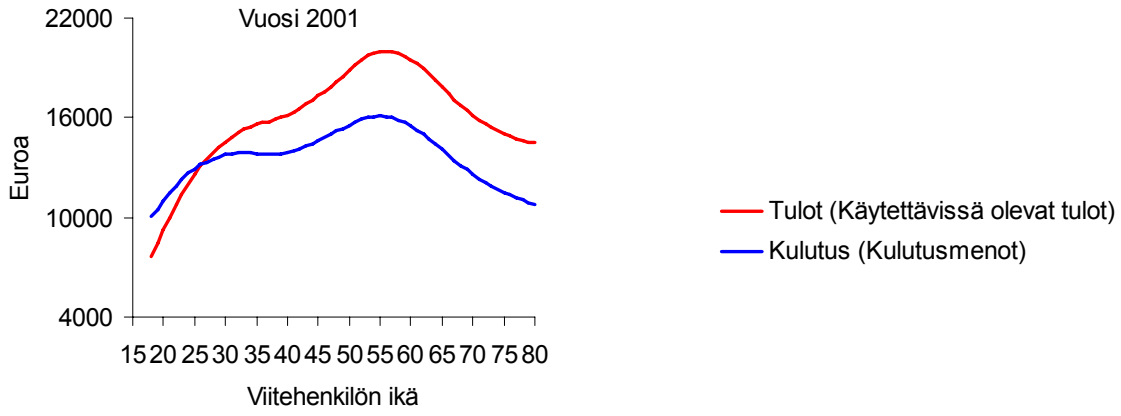
5.4 Sosiaaliturvajärjestelmän tarkastelu

Sukupolvimallit linkittävät julkisen sosiaaliturvajärjestelmän kuluttajien ja yritysten päätöksentekoon. Tämä mahdollistaa sosiaaliturvajärjestelmissä tehtävien muutosten analysoinnin ottaen huomioon kuluttajien ja yritysten käyttäytymisvaikutukset. Suomessa ETLA on tehnyt paljon tutkimusta liittyen eläke- ja muiden jakojärjestelmien reformeihin, tutkimuksia on listattu liitteessä 1. Mielenkiintoinen lähestymistapa on myös sosiaaliturvajärjestelmien rahoitusvaihtoehtojen tutkiminen verosääntöjen avulla. Jo edellä mainittu väestön ikääntyminen tuo oman haasteensa myös sosiaaliturvajärjestelmän kestävyydelle. Sukupolvimallien avulla voidaan tutkia miten sosiaaliturvajärjestelmät kestävät väestörakenteen muutokset ja samalla voidaan selvittää järjestelmiin tehtävien muutosten vaikutusta kuluttajiin ja julkisen talouden tasapainoon.

6 OLG-mallien ongelmia ja kehittämistarpeita

Suurin haaste sukupolvimalleissa on niiden olettamusten ja parametrien sovittaminen empiiriseen aineistoon. Sukupolvimallit olettavat kuluttajien käyttäytyvän elinkaarihypoteesin mukaisesti ja tasaavan kulutusta yli ajan siten, että kulutus olisi tasaista eri elämän vaiheissa. Empiiriset havainnot kuitenkin osoittavat, että kotitalouksien kulutusura on kumpumainen, jolloin kulutus on suurimmillaan silloin kun käytettävissä olevat tulot ovat huipussaan (kuvio 6.1). Kotitalouksien kulutuskäyttäytymiseen vaikuttavat keskeisesti kotitalouksien koko, joka saattaa vaihdella huomattavasti eri ikäryhmissä. Aineistot määrittävät yleensä vain kotitalouden kulutuksen ottamatta huomioon perheen kokoa, joka yleensä noudattaa kumpumaista rakennetta siten, että nuorien ja vanhojen kotitalouksien koko on pieni verrattuna keski-ikäisten kotitalouksiin. Kun kulutus skaalataan kotitauksien koolla, saadaan tasaisempi kulutusura, joka on lähempänä elinkaarihypoteesia. Kuviossa 6.1 kotitalouksien kulutus on skaalattu OECD:n kotitalouksien rakenteen mukaisilla kertoimilla, jotka olettavat, että monihenkisellä perheellä on skaalaetuja kulutuksessa. Toinen kulutusuraan vaikuttava asia on tulotaso. Tulot puolestaan noudattavat kumpumaista ikäprofiilia. Tulojen ollessa korkealla kasvatetaan kulutusta, joka osaltaan vahvistaa kumpumaista kulutusuraa. Jo aikaisemmin mainittu likviditeettirajoite voi vaikuttaa kuluttajien käyttäytymiseen. Mikäli kuluttajat eivät saa nuorena riittävästi lainaa, eivät he pysty tasaamaan kulutusta yliajan. Likviditeettirajoite vaikuttaa myös kuluttajien käyttäytymiseen veromuutosten yhteydessä. Mikäli taloudessa on paljon ”kädestä suuhun kuluttajia”, vaikuttavat veromuutokset suoraan kulutuskysyntään käytettävissä olevien tulojen muutoksen kautta. (Krueger, 2005)

Kuvio 6.1. Tulojen ja kulutuksen ikäprofiilit vuonna 2001, Riihelä (2006)



Reaalikorko ja kasvuaste määritellään sukupolvimalleissa usein eksogeenisesti koko tarkasteluajalle niin, että suljetaan pois reaalikoron ylittävä talouskasvu. Velanoton lisääminen kasvattaisi hyvinvointia loputtomasti kaikissa kohorteissa, jos talouskasvu ylittää velanhoitokustannukset. Epävarman eliniän sisällyttämi-

nen malleihin nostaa kuluttajien diskonttokorkoa siten, että korkotaso ylittää aina kasvuasteen. Reaalisen korkotason muutoksia on vaikea ennakoida pitkällä aikajänteellä, joten arviot tulevasta korkokannasta perustetaan usein historialliseen aineistoon. Näin ollen historiasta poikkeavia muutoksia korkotasossa ja talouskasvussa ei pystytä systemaattisesti ottamaan huomioon malleissa. Myös muut talouden ja kulutukset parametrit joudutaan kiinnittämään malleissa, jolloin esimerkiksi preferensseissä tapahtuvia muutoksia on vaikea sisällyttää malleihin.

Perustavaa laatua oleva muutos nykyisiin malleihin tulisi epävarmuuksien lisäämisellä. Epävarmuus palkasta, eliniästä tai työuran pituudesta toisi realistisuutta mallin oletuksiin. Jos nuorella työntekijällä on epävarmuutta tulevasta palkasta, säästää hän rahaa varautumismotiivin perusteella enemmän kuin täydellisen ennakkotietämyksen mallissa. (Krueger, 2005)

Väestön ikärakenne mallitetaan yleensä ottaen huomioon vain työikäiset ja eläkeläiset, jolloin lapset jäävät mallin ulkopuolelle. Syntyvyyden määrittäminen eksogeenisesti eri ikä- ja sosiaaliryhmissä antaisi tietoa sosiaalimenojen kasvusta ja sitä kautta valtion menoista. Maahanmuuton kasvu tulee olemaan Suomessakin varteenotettava vaihtoehto työvoimapulan realisoituessa. Siirtolaisilla on usein valtaväestöä pienempi tuottavuus ja työllisyysaste, joten siirtolaisten erittely malleissa lisäisi mahdollisuuksia tarkastella maahanmuuton vaikutuksia julkiseen talouteen. (Kotlikoff, 2000)

7 Yhteenveto

Väestön ikääntymisen vaikutuksia julkiseen talouteen tuskin kukaan kiistää. Keskustelua aiheuttaakin se kuinka suuria nämä vaikutukset tulevat olemaan ja miten niihin tulisi varautua. Limittäisten sukupolvien laskentamallit ja sukupolvitilinpito antavat arvokasta tietoa huoltosuhteiden heikkenemisen kustannuksista. Vaikka laskelmat perustavat vahvoihin ennakko-olettamuksiin ja ovat siten alttiita odottamattomille muutoksille, pystyvät ne tarjoamaan informaatiota päätöksenteon tueksi.

Perinteisesti valtion yli- ja alijäämiä on tarkastelu lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä, jolloin päätöksenteossa jäävät huomioitta finanssipolitiikan vaikutukset eri sukupolvien hyvinvointiin sekä ikärakenteen muutosten vaikutukset julkisen talouden pitkän aikavälin kestävyyteen. Valtion budjettia tarkastellaankin usein vain neljän vuoden vaalikauden rajoissa. Tämä on riittämätön aikahorisontti, mikäli halutaan etukäteen varautua väestön ikääntymisen tuomiin kustannuksiin. Vaarana onkin, että ikääntymisen kustannukset jäävät tulevien sukupolvien maksettavaksi korkojen kera, mikäli riittäviin toimenpiteisiin ei ryhdytä tarpeeksi ajoissa. Sosiaali- ja verojärjestelmien reformeja tarkastellaan usein staattisilla mikrosimuloinneilla, jotka antavat tärkeää tietoa muutosten vaikutuksista eri väestöryhmiin. Nämä menetelmät eivät kuitenkaan pysty antamaan tietoa uudistusten vaikutuksista talouden tasapainoon ja kuluttajien käyttäytymiseen koko elinkaarella. Sukupolvimallit ovat tarpeen tarkasteltaessa taloutta, jossa väestönrakenteen muutoksella on huomattava merkitys julkisen talouden toimenpiteiden arvioinnissa.

Talouden vuorovaikutussuhteet eri toimijoiden välillä ovat usein hyvin monimutkaisia, mikä asettaa samalla ison haasteen talouden mallintamiselle. Tämän takia mallintamisessa joudutaan tekemään kompromisseja yksinkertaistettujen, analyyttisesti helpommin tarkasteltavien ja monimutkaisempien numeeristen mallien välillä. Numeeriset mallit antavat realistisempia tuloksia, mutta niiden tulosten analyyttinen tarkastelu on hankalampaa. Mallin rakenne riippuu paljon siitä, minkälaisia asioita sen avulla halutaan tutkia. Mallin tuleekin olla riittävän yksityiskohtainen niiden osa-alueiden kohdalta joihin tutkimuksen pääpaino kohdistuu, mutta samalla tarpeeksi yksinkertainen, jotta se mahdollistaa vaikutusten analyyttisen tarkastelun. Puhtaasti väestörakenteen muutokseen ja sukupolvien väliseen tulonjakoon tarkoitetussa mallissa on ikäryhmien täsmällinen määrittely keskeistä. Sosiaalijärjestelmiä tutkittaessa etuuksien rahoitus- ja määräytymisperusteet vaativat huolellisempaa mallinnusta ja vastaavasti ikärakenne sekä yrityssektori voidaan määrittää karkeammalla tasolla.

Sukupolvimallien käytön yleistyminen julkisen talouden tutkimuksessa osoittaa, että tämän tyyppiselle työkalulle on ollut tarvetta. Laajojen simulointimallien

rakentaminen on kuitenkin työlästä, joten on hyvä pohtia mallin käyttötarkoitusta etukäteen ja sen pohjalta ratkaista millainen malli on tarkoituksenmukainen.

Lähteet

Alho, J. – Spencer, B. D. (1997): The Practical Specification of the Expected Error of Population Forecasts. Journal of Official Statistics 13, 201–225.

Allais, M. (1947): Economie et intérêt. Imprimerie Nationale, Paris.

Auerbach, A. J. – Gokhale, J. – Kotlikoff, L. (1991): Generational Accounting: A Meaningful Alternative to Deficit Accounting. In D. Bradford (ed.): Tax Policy and the Economy, Vol. 5, Cambridge: MIT Press, 55.110.

Auerbach, A. J. – Gokhale, J. – Kotlikoff, L. (1994): Generational Accounting: A MeaningfulWay to Evaluate Fiscal Policy. Journal of Economic Perspectives, 8(4), 73–94.

Auerbach, A. J. – Kotlikoff, L. J. (1987): Dynamic Fiscal Policy. Cambridge University Press, Cambridge, England.

Auerbach, A. J. – Kotlikoff, L. J. – Leibfritz, W. (eds.) (1999): Generational Accounting around the World. 1999 Series: (NBER-PR) National Bureau of Economic Research Project Report.

AWG (2006): The impact of ageing on public expenditure: projections for the EU25 Member States on pensions, health care, long-term care, education and unemployment transfers (2004–2050). Special Report No. 1/2006.

Blanchard, O. J. (1985): Debt, deficits and finite horizons. Journal of Political Economy, 93(2), 223–247.

Buiter, W.H. (1988): Death, Birth, Productivity Growth and Debt Neutrality. Economic Journal, Vol. 98, pp. 279–293.

Diamond, P. (1965): National debt in neoclassical growth model. American Economic Review, 55, 1126–1150.

Docquier, F. – Ligeois, P. (2000): Simulating Computable Overlapping Generations Models With Troll. Computing in Economics and Finance 2000 246, Society for Computational Economics.

Draper, N. – Nibbelink, A. – Bonenkamp, J. – Rosenbrand, R. (2005): GAMMA project. CPB Memorandum.

EUROPEAN ECONOMY (1999): Generational accounting in Europa. Reports and studies. No. 6. 1999. Office for Official Publications of the EC. Luxembourg. 215 p. Tabl. Graph. Bibliogr.

van Ewijk, C. – Draper, N. – Harry ter Rele, H. – Westerhout, E. (2006): Ageing and the sustainability of Dutch public finances. Den Haag, Centraal Planbureau.

Fehr, H. – Kotlikoff, L. J. (1995): Generational Accounting in General Equilibrium. National Bureau of Economic Research, Working Paper: 5090.

Gertler, M. (1999): Government debt and social security in a life-cycle economy. Working Papers 6000, National Bureau of Economic Research.

Grafenhofer, D. – Jaag, C. – Keuschnigg, C. – Keuschnigg, M. (2006): Probabilistic Aging. CESifo Working Paper Series No. 1680.

Heijdra, B. J. – van der Ploeg, F. (2002): Foundation of modern Macroeconomics, Oxford University Press.

Juillard, M. (1996): DYNARE: A program for the resolution and simulation of dynamic models with forward variables through the use of a relaxation algorithm. Paris: CEPREMAP, Couverture Orange No. 9602.

Jörgensen, O. H. (2006): The General Procedure for solving stochastic overlapping generations model analytically. http://www.cebr.dk/upload/the_general_procedure_for_solving_stochastic_olg_models_analytically_(updated_presentation_in_pdf).pdf

Kilponen, J. – Kinnunen, H. – Ripatti, A. (2006): Population ageing in a small open economy – some policy experiments with a tractable general equilibrium model. Research Discussion Papers 28/2006, Bank of Finland.

Kilponen, J. – Ripatti, A. (2006, 1): Labour and product market competition in a small open economy. Simulation results using a DGE model of the Finnish economy. Research Discussion Papers 5/2006, Bank of Finland.

Kilponen, J. – Ripatti, A. (2006, 2): Suomen Pankin dynaaminen yleisen tasapainon malli (Aino) ja reaalisten suhdannevaihteluiden teoria (s. 451). Kansantaloudellinen aikakausikirja 4/2006.

Kilponen, J. – Romppanen, A. (2001): Julkinen talous ja väestön ikääntyminen pitkällä aikavälillä – katsaus kirjallisuuteen ja simulointeja sukupolvimallilla. VATT-keskustelualoitteita 263, Valtion taloudellinen tutkimuskeskus.

Knudsen, M. B. – Haagen, L. – Petersen, T. – Petersen, W. – Stephensen, P. – Trier, P. (1998): Danish Rational Economic Agents Model – DREAM, Version 1.2.

Kotlikoff. J. L. (2000): The A-K OLG model : Its Past, Present, and Future. Teoksessa Glenn W. Harrison – Svend E. Hougard Jensen – Lars Haagen Pedersen – Thomas F. Rutherford: Using Dynamic General Equilibrium Models for Policy Analysis: North-Holland (Amsterdam), s. 13–52.

Krueger, D. (2005): Dynamic Fiscal Policy. http://www.econ.upenn.edu/~dkrueger/teaching/FiscalBook.pdf

Lassila, J. – Määttänen, N. – Valkonen, T. (2007): Ikääntymisen taloudelliset vaikutukset ja niihin varautuminen. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 10/2006.

Lassila, J.– Palm, H. – Valkonen, T. (1997): FOG: Suomen Kansantalouden Limittäisten Sukupolvien Tasapainomalli. ETLA Keskusteluaiheita.

Myles, G. D. (1995): Public economics. Cambridge University Press.

Riihelä, M. (2006): Kotitalouksien kulutus ja säästäminen: Ikäprofiilien ja kohorttien kuvaus. VATT-keskustelualoitteita 386. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus.

Romer, D. (2001): Advanced Macroeconomics. 2nd edition. University of California, Berkeley.

Samuelson, P. A. (1958): An Exact Consumption-Loan Model of Interest with or without the Social Contrivance of Money. Journal of Political Economy 66: 467–482.

Vaittinen, R. – Vanne, R. (2006): Government Finances by Age in Finland. Finnish Center for Pensions. Working Papers.

Valkonen, T. (1999): The Finnish Corporate Income Tax Reform and the Financial Strategy of Firms: A General Equilibrium Approach. Other articles 126 Empirica 2001, VOL 28: p 219–239.

Vanne, R. (1998): Julkinen talous ja sukupolvet – Suomen sukupolvitilinpito. VATT-keskustelualoitteita 171. Valtion taloudellinen tutkimuskeskus.

Weil, P. (1989): Overlapping families of infinitely-lived agents. Journal of Public Economics, 38, 183–198.

Yaari, M. E. (1965): Uncertain lifetime, life insurance and the theory of consumer. Review of Economic Studies, 32, 137–150.

Liite 1. FOG-mallilla tehtyjä tutkimuksia

Tutkimus	Tutkimuksessa käsiteltävät aiheet
Eläkeuudistuksen vaikutukset Suomen kansantalouden numeerisen limittäisten sukupolvien mallissa (1996)	Tutkimuksessa arvioidaan vuoden 1996 eläkepoliittisen uudistuksen – Puron paketin – kannustinvaikutuksia sekä vaikutuksia sukupolvien väliseen tulonjakoon
Perusturvan rahoitusvaihtoehdot ja niiden vaikutus talouden tehokkuuteen ja hyvinvointiin (1998)	Tutkimuksessa selvitetään voidaanko verorakenteen muutoksella parantaa hyvinvointia uudessa kansainvälisessä toimintaympäristössä
Globaalistuminen ja hyvinvointivaltion rahoitus (1998)	Tutkimuksessa etsitään kilpailukykyistä tapaa rahoittaa tulevaisuudessa hyvinvointivaltion tulonsiirtomekanismit
The Finnish corporate and capital income tax reform. A general equilibrium approach (1999)	Tutkimuksessa arvioidaan veroreformin vaikutuksia yritysten tuotantoon ja pääomakantaan sekä kuluttajien hyvinvointiin
Eläkerahastot ja väestön ikääntyminen (1999)	Selvitys siitä, miten työeläkkeiden rahastoinvestoinneilla ja rahastojen käytöllä voidaan vaimentaa väestön ikääntymisen aiheuttamaa eläkemaksujen nousupainetta
Työeläkkeiden indeksointi, elinaikakorjaus ja väestön ikääntyminen (2000)	Tutkimuksessa tarkastellaan eläkkeiden indeksointivaihtoehtojen ja Ruotsissa käyttöön otetun elinaikakorjauksen vaikutuksia
Väestön ikääntyminen ja verotus (2002)	Tutkimuksessa selvitetään eri verojen rakenteiden muutosta väestön ikääntyessä
Sosiaalimenot ja väestön ikääntyminen (2002)	Tarkastellaan väestön ikääntymisen vaikutuksia sosiaalimenoihin. Lisäksi tutkimus käsittelee vaihtoehtoisia tulevaisuuden näkymiä ja niihin varautumista
Yksityisalojen eläkeuudistuksen taloudelliset vaikutukset (2005)	Tutkimuksessa analysoidaan vuoden 2005 eläkeuudistuksen vaikutuksia kansantalouteen, työeläkejärjestelmään sekä eri ikäpolvien ja koulutusryhmien hyvinvointiin
The Finnish pension reform of 2005 (2006)	Tutkimus analysoi vuoden 2005 alusta voimaan tulleen yksityisen sektorin eläkeuudistuksen vaikutuksia kansantalouteen, työeläkejärjestelmään sekä eri sukupolvia ja koulutusryhmiä edustavien kotitalouksien hyvinvointiin
Ikääntymisen taloudelliset vaikutukset ja niihin varautuminen (2007)	Selvityksessä tarkastellaan ikääntymisen taloudellisia vaikutuksia ja niihin varautumista sekä kartoitetaan aihepiiriin liittyviä lisätutkimustarpeita vuonna 2008 julkaistavaa laajempaa raporttia silmälläpitäen

Taulukon lähteet

Palm, Heikki (1996): Eläkeuudistuksen vaikutukset suomen kansantalouden numeerisen limittäisten sukupolvien mallissa.

Lassila, Jukka – Valkonen, Tarmo (1998): Perusturvan rahoitusvaihtoehdot ja niiden vaikutus talouden tehokkuuteen ja hyvinvointiin. KELA, Sosiaali- ja terveysturvan tutkimuksia 35.

Lassila, Jukka – Valkonen, Tarmo (1998): Globaalistuminen ja hyvinvointivaltion rahoitus.

Valkonen, Tarmo (1999): The Finnish corporate and capital income tax reform. A general equilibrium approach. Valkosen väitöskirja (1999) sekä ETLA:n keskusteluaihe.

Lassila, Jukka – Valkonen, Tarmo (1999): Eläkerahastot ja väestön ikääntyminen. Eläketurvakeskuksen tutkimus numero 1999:2.

Lassila, Jukka – Valkonen, Tarmo (2000): Työeläkkeiden indeksointi, elinaikakorjaus ja väestön ikääntyminen. Eläketurvakeskuksen tutkimus numero 2000:2.

Lassila, Jukka – Valkonen, Tarmo (2001): Ageing, demographic risks, and pension reform. ETLA Discussion Papers no. 765.

Valkonen, Tarmo (2002): Väestön ikääntyminen ja verotus. ETLA B 190.

Lassila, Jukka – Valkonen, Tarmo (2002): Sosiaalimenot ja väestön ikääntyminen. ETLA B 187.

Lassila, Jukka – Valkonen, Tarmo (2005): Yksityisalojen eläkeuudistuksen taloudelliset vaikutukset. ETLA B 211.

Lassila, Jukka – Valkonen, Tarmo (2006): The Finnish pension reform of 2005. ETLA Discussion Papers no. 1000.

Lassila, Jukka – Määttänen, Niku – Valkonen, Tarmo (2007): Ikääntymisen taloudelliset vaikutukset ja niihin varautuminen. Valtioneuvoston kanslian julkaisusarja 10/2006.

Liite 2. Diamondin kahden periodin simulointimalli

Kahden periodin sukupolvimallit voidaan ratkaista analyyttisesti, kuten kappaleessa 2.1.1, josta saadaan talouden eri toimijoiden optimaaliset käyttäytymisyhtälöt. Politiikkamuutosten vaikutuksia pystytään myös arvioimaan analyyttisten mallien avulla, mutta pitkän aikavälin tasapainon laskeminen saattaa olla työlästä ja laajemmissa malleissa mahdotonta. Vaihtoehtona analyyttiselle ratkaisulle on mallin numeerinen ratkaiseminen simuloimalla. Tässä kappaleessa esitellään kappaleen 2.1.1 käyttäytymisyhtälöiden pohjalta rakennetun simulointimallia ja sen avulla tehtyjä numeerisia politiikkasimulointeja. Malli on ohjelmoitu Dynare-ohjelmistolle, joka on Matlab:ssa toimiva dynaamiseen ohjelmointiin kehitetty työkalu. Aluksi on ratkaistu numeerisesti mallin tasapaino annetuilla parametriarvoilla, jonka jälkeen malliin on lisätty eksogeenisia politiikka- ja demografisia muutoksia. Mallia on simuloitu ajassa eteenpäin, kunnes talous hakeutuu uuteen pitkän aikavälin tasapainoon, jolloin saamme selville siirtymäuran vanhasta tasapainosta uuteen sekä uuden tasapainotilan. Simulointimallin rakentamisessa on käytetty apuna Jörgensenin (2006) opetusmateriaalia. Simulointimallin antamia tuloksia kannattaa arvioida kriittisesti mallin vahvasti yksinkertaistavien oletusten takia. Laskelmien tarkoitus onkin toimia lähinnä pedagogisena harjoituksena.

Malli

Malli sisältää kuusi käyttäytymisyhtälöä, joiden yhtäaikaisesta ratkaisemisesta syntyy talouden tasapaino. Mallin yhtälöt ovat stationarisoitu tasaisen väestön- ja työn tuottavuuden kasvunuran mukaisesti. Mallia ei ole linearisoitu tasapainon ympärille kuten yleensä tämän tyyppisissä malleissa on tapana, koska Dynare-ohjelmisto linearisoi dynaamiset yhtälöt automaattisesti tasapainon ympärille. Tasapainon ympärillä tapahtuvat muutokset ovat lineaariapproksimaatioita, joten mallin avulla pystytään tarkastelemaan vain pieniä muutoksia.

Kuluttajan käyttäytymistä on kuvattu kulutuksen Euler-yhtälöllä (L1), jossa kuluttajan aikapreferenssi on annettu muodossa $1/1+\rho=\beta$. Toisen periodin kulutus annetaan yhtälössä (L2), joka on stationarisoitus tasaisen työn tuottavuuden kasvu-uralle (1+g). Yhtälössä *s* kuvastaa säästämisen prosenttiosuutta palkasta ja korkokanta on ilmoitettu muodossa $R=1+r$.

(L1) $$1=\beta r_{t+1}\frac{C_{1t}}{C_{t2+t}}$$

(L2) $$C_{2t+1}=\frac{R_{t+1}w_t s}{1+g}$$

Yrityssektorin käyttäytyminen on kuvattu hieman luvusta 2.1.1 poiketen siten, että oletetaan $k_{t-1} = K_t / (A_{t-1} L_{t-1})$, josta saadaan stationaarinen kokonaistuotanto yhtälö

(L3) $$y_t = \left(\frac{k_{t-1}}{(1+n)(1+g)} \right)^{\alpha}$$

Palkan ja koron yhtälöt ovat vastaavat kuin kappaleessa 2.1.1, jaettuna väestö- ja talouskasvulla yhtälöiden stationarisoimiseksi.

(L4) $$w_t = (1-\alpha) \left(\frac{k}{(1+g)(1+n)} \right)^{\alpha}$$

(L5) $$R_t = \alpha \left(\frac{k}{(1+g)(1+n)} \right)^{\alpha-1}$$

Pääoman liikeyhtälö saadaan kertomalla palkan yhtälö (4) säästämisen osuudella, joka on tässä mallissa eksogeeninen muuttuja.

(L6) $$k_t = \frac{s(1-\alpha)}{((1+n)(1+g))^{\alpha}} k_{t-1}{}^{\alpha}$$

Mallin parametrit on asetettu siten, että pääoman osuus tuotannosta $\alpha = 1/3$ ja vuosittainen aikapreferenssi $\beta = 0.95$. Eksogeenisten muuttujien arvot ovat väestönkasvu noin 0,3 %, talouskasvu noin 1 % vuodessa sekä tässä mallissa kiinnitetty säätämisaste 20 % palkasta. Yhden periodin arvioidaan olevan 30 vuoden mittainen, jolloin työssäoloaika ja eläkkeelläoloaika ovat yhtä pitkiä. Tarkasteluperiodin ollessa 30 vuotta täytyy vuosittainen aikapreferenssi, väestönkasvu ja korko muuttaa vastamaan 30 vuoden tasoa korottamalla luvut 30. potenssiin.

Taulukko L2.1. Eksogeenisten muuttujien arvot

Eksogeeniset muuttujat	
Alpha	0,33
Beta	0,95^30 = 0,215
1+n	1.003^30 =1,1
1+g	1,02^30 = 1,4
s	0,20

Endogeenisten muuttujien alkuarvot on valittava niin, että ne ovat tarpeeksi lähellä tasapainoarvoja, jotta malli konvergoituu kohti tasapainoa. Numeerisesti ratkaistun alkuperäisen tasapainon arvot on esitetty taulukossa L2.2.

Taulukko L2.2. Alkuperäisen tasapainon endogeenisten muuttujien arvot

Tasapainoarvot:	
c1	0.13344
c2	0.10789
k	0.039233
r	3.84999
w	0.196163
y	0.294245

Korkotaso *r* on ilmaistu periodin korkotasona, jolloin se saadaan muutettua vuosittaiseksi korkotasoksi ottamalla siitä 30. juuri $\sqrt[30]{3.8499}$, jolloin korkotasoksi saadaan 4,56 % vuodessa.

Simuloinnit

Eksogeeninen sokki osuessaan talouteen muuttaa talouden tasapainoa, ainakin hetkellisesti. Malliin voidaan lisätä pysyviä tai väliaikaisia eksogeenisia sokkeja, joiden vaikutuksia voidaan tutkia simulointimallilla. Seuraavaksi teemme kaksi erillistä simulointia, joissa muutamme väestönkasvua sekä säästämisastetta ja analysoimme niiden vaikutuksia talouteen.

Säästämisasteen kasvua tarkastelemme ensimmäisessä simuloinnissa. Säästämisaste on mallissa eksogeenisesti määritelty 20 prosenttiin tuloista. Heilutamme mallin tasapainoa nostamalla säästämisastetta viidellä prosentilla kahden periodin ajaksi periodista yksi lähtien. Säästämisen suora vaikutus on kulutuksen siirtäminen toiselle periodille, tämän lisäksi säästämisasteen nousulla on muita epäsuoria vaikutuksia. Sokin vaikutuksia talouteen tarkastellaan endogeenisten muuttujien aikaurista. Kyseessä on suljetun talouden malli, jossa säästämisen ja pääoman määrä on asetettu yhtä suuriksi, joten säästämisen lisääntyessä myös pääoma kasvaa. Pääoman kasvu puolestaan heikentää pääoman rajatuottavuutta, joka laskee korkoa. Koron laskulla on kolmenlaisia vaikutuksia, joiden vaikutuksen suunnat on kuvattu taulukossa L2.3. Ensinnäkin se kasvattaa toiselta periodilta saatuja palkkatulojen nykyarvoa, jota kutsutaan varallisuusefektiksi. Tässä mallissa kuitenkin oletamme, että kuluttaja ei ansaitse tuloja toisella periodilla $y_2 = 0$, joten tämä tapaus jää analyysin ulkopuolelle. Jäljellä olevat kaksi vaikutusta syntyvät budjettirajoitteen toisen periodin kulutuksesta $c_2 / 1 + r$, jossa koron lasku nostaa toisen periodin kulutuksen hintaa. Tällä muutoksella on sekä tulo- että substituutiovaikutuksia. Koron laskun substituutiovaikutus on positiivinen ensimmäisellä periodilla ja negatiivinen toisella periodilla, koska ensimmäisen periodin kulutus tulee suhteessa halvemmaksi korkojen noustessa. Tulovaikutus on puolestaan negatiivinen molemmilla periodeilla, koska toisen periodin hintojen kohoaminen pienentää käytettävissä olevien tulojen määrää. Lineaarisessa

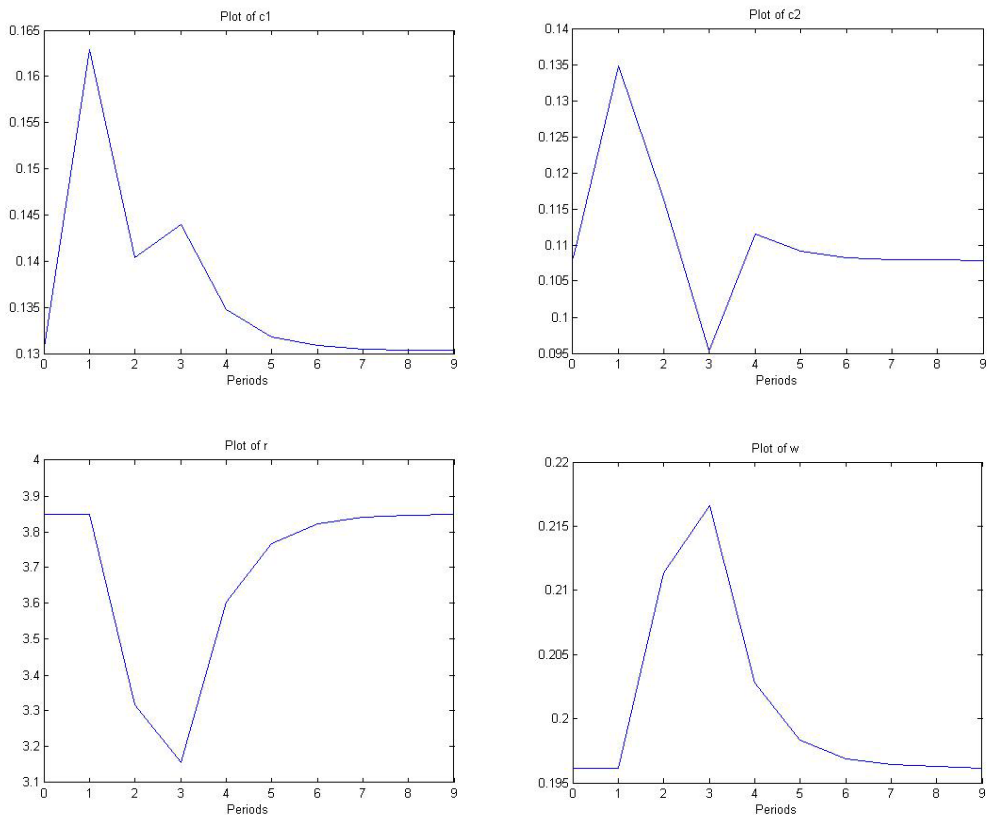
hyötyfunktiossa tulo- ja substituutiovaikutukset kuitenkin kumoavat toisensa, joten koron laskulla ei ole vaikutusta hyötytasoon. Ainoastaan periodittaisten kulutusten suhteet muuttuvat siten, että ensimmäisen periodin kulutus tulee suhteessa halvemmaksi. (Krueger, 2005.)

Taulukko L2.3. Korkomuutosten vaikutukset kulutukseen

	Koron Nosto		Koron Lasku	
Vaikutus	C1	C2	C1	C2
Varallisuusvaikutus	-	-	+	+
Tulovaikutus	+	+	-	-
Substituutiovaikutus	-	+	+	-

Pääoman kasvun aiheuttama kokonaistuotannon kasvu lisää työntekijöiden rajatuottavuutta, joka nostaa palkkoja. Käytettävissä olevien tulojen lisäys mahdollistaa kulutuksen kasvattamisen molemmilla periodeilla. Sokki kestää kuitenkin vain kaksi periodia, jonka jälkeen säästämisaste palaa takaisin alkuperäiselle tasolle. 5–7 periodin kuluessa talous hakeutuu takaisin alkuperäiseen tasapainoon.

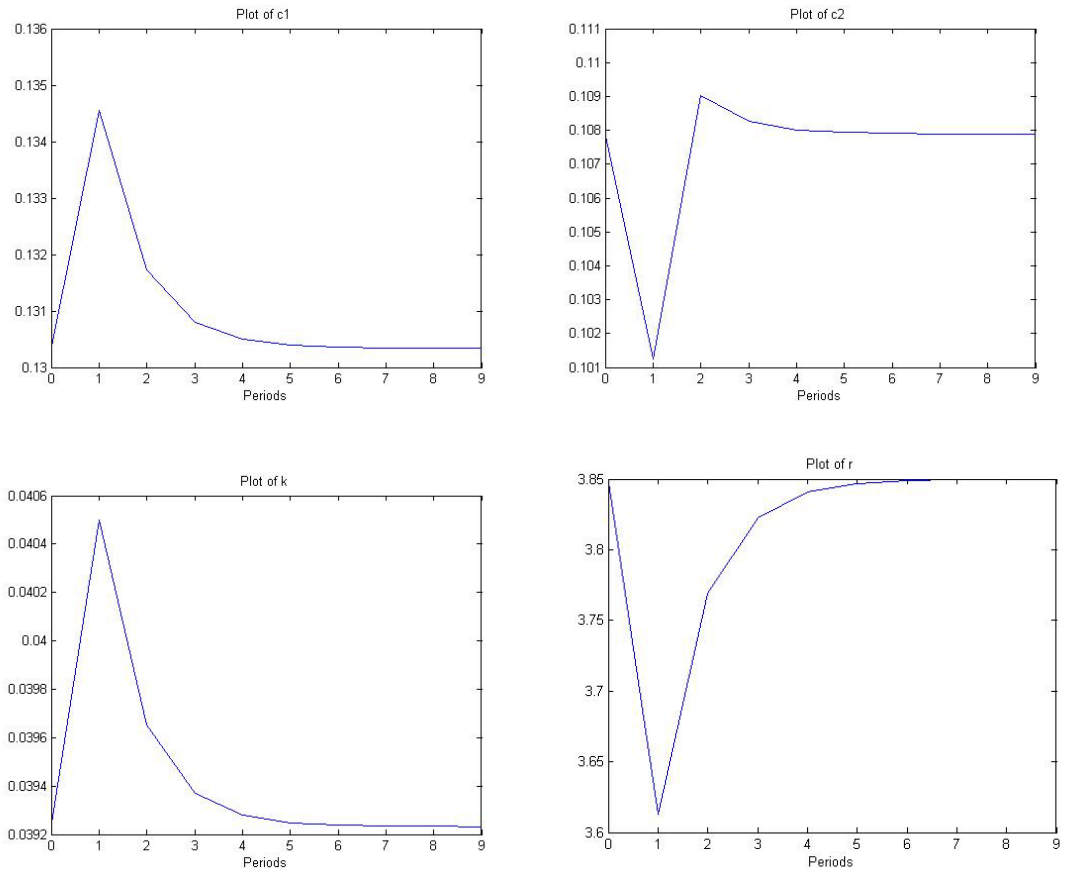
Kuvio L2.1. Säästämisasteen hetkellisen nousun vaikutuksia ensimmäisen ja toisen periodin kulutukseen sekä korkotasoon ja palkkoihin



Seuraavaksi tarkastelemme väestönkasvun hidastumisen vaikutuksia pääoman muodostukseen, palkkoihin ja korkoon. Alkuperäisessä tasapainossa väestönkasvu on 10 % periodissa. Oletetaan väestönkasvun pysähtyvän 30 vuodeksi, jonka jälkeen se palaa takaisin alkuperäiselle kasvu-uralle.

Simulointi antaa perinteisten kasvumallien mukaisia tuloksia. Väestön vähentyessä pääoman määrä tehokasta työvoimaa kohden kasvaa, joka taas puolestaan johtaa suurempaan kokonaistuotantoon. Tuotannon ja pääoman kasvu nostaa palkkoja ja laskee korkoja. Koron lasku vaikuttaa toisen periodin kulutuksen suhteelliseen hintaan ja siten laskee toisen periodin kulutusta. Ensimmäisen periodin kulutus puolestaan kasvaa substituutiovaikutuksen ja palkkojen nousun myötä. On kuitenkin huomioitava, ettei malli sisällä kuluttajien työtarjontapäätöksiä, joka osaltaan vaikuttaisi saatuihin tuloksiin. Väestönkasvun palautuessa ennalleen katoavat sokin vaikutukset nopeasti ja talous palautuu alkuperäiseen tasapainoonsa.

Kuvio L2.2. Väestön kasvun hidastaminen vaikutuksia: ensimmäisen ja toisen periodin kulutukseen, pääoman määrään ja korkotasoon



Dynare koodi väestön kasvun hidastumisen simulointiin[8]

```
%Juho Kostiainen, 2007
%Diamondin (1965) kahden limittäisen sukupolven simulointimalli
%Perustuu CEPR:n opetusmonisteeseen: "The General Procedure for
%solving stochastic overlapping generations models analytically"

periods 20000;
var c1 c2 y w r k;
varexo g n s;
parameters alpha beta;
alpha = 1/3;
beta = 0.215;

model;
1=beta*r(+1)*(c1/c2(+1));
c2 = r*s*w(-1)/(1+g);
y = (k(-1)/((1+g)*(1+n)))^alpha;
w = (1-alpha)*(k(-1)/((1+g)*(1+n)))^alpha;
r = alpha*(k(-1)/((1+g)*(1+n)))^(alpha-1);
k = (s*(1-alpha)/(((1+g)*(1+n))^alpha))*k(-1)^alpha;
end;
initval;
y = 1;
w = 1;
r = 1;
k = 2;
c1 = 1;
c2 = 1;
g = 0.4;
n = 0.1;
s = 0.2;

end;
steady;
check;

shocks;
var n;
periods 1;
values 0;
end;
simul(periods=8);

rplot w;
rplot c1;
```

[8] Koodi on vapaasti kopioitavissa. Kyseessä on tekijän ensimmäinen mallisimulointi, joten koodi voi sisältää virheitä.

VATT-KESKUSTELUALOITTEITA / DISCUSSION PAPERS ISSN 0788-5016 - SARJASSA ILMESTYNEITÄ

388. Berghäll Elina: R&D and Productivity Growth in Finnish ICT Manufacturing. Helsinki 2006.

389. Berghäll Elina: Technical Efficiency in an R&D Intensive Industry: Finnish ICT Manufacturing. Helsinki 2006.

390. Berghäll Elina: Technical Change, Efficiency, Firm Size and Age in an R&D Intensive Sector. Helsinki 2006.

391. Ervasti Heikki – Venetoklis Takis: Unemployment and Subjective Well-being: Does Money Make a Difference? Helsinki 2006.

392. Hietala Harri – Kari Seppo: Investment Incentives in Closely Held Corporations and Finland's 2005 Tax Reform. Helsinki 2006.

393. Räisänen Heikki: Kaksi näkökulmaa julkisen työnvälityksen tehokkuuteen. Helsinki 2006.

394. Honkatukia Juha – Moilanen Paavo – Törmä Hannu: Runkoverkkosuunnitelman aluetaloudelliset vaikutukset. Helsinki 2006.

395. Honkatukia Juha – Rajala Rami – Sulamaa Pekka: Julkisen sektorin tuottavuuden kasvu ja työikäisen väestön määrän muutos 2005–2020, Rakenteellinen pitkän aikavälin tarkastelu alueellisella tasapainomallilla. Helsinki 2006.

396. Kyyrä Tomi – Wilke Ralf A.: Reduction in the Long-Term Unemployment of the Elderly: A Success Story from Finland Revised. Helsinki 2006.

397. Martikainen Emmi – Virén Matti: Valmisteverojen välittyminen kuluttajahintoihin Suomessa 1997–2004. Helsinki 2006.

398. Mälkönen Ville: Eri hankintamuodot julkisissa investoinneissa. Helsinki 2006.

399. Haataja Anita – Mattila-Wiro Päivi: Impact of Alternative Benefit Levels and Parental Choices on the Parents' Income. Micro-simulation Approach on the Finnish Parental Leave. Helsinki 2006.

400. Kyyrä Tomi – Ollikainen Virve: To Search or Not to Search? The Effects of UI Benefit Extension for the Elderly Unemployment. Helsinki 2006.

401. Hämäläinen Pellervo: Julkisten investointien tuottavuus. Katsaus kirjallisuuteen ja Suomi vuosina 1948-2003. Helsinki 2006.

402. Virén Matti: Fiscal Policy in the 1920s and 1930s. How Much Different It Is from the Post War Period's Policies. Helsinki 2006.

403. Aaltonen Juho: Perusterveydenhuollon menoeroja selittävät tekijät ja terveyskeskusten kustannustehottomuus. Helsinki 2006.

404. Venetoklis Takis: Guide to FUSSEP (Finnish University Students Socio-Economic Preferences) 2005 round. Helsinki 2006.

405. Honkatukia Juha – Mälkönen Ville – Perrels Adriaan: Impacts of the European Emission Trade System on Finnish Wholesale Electricity Prices. Helsinki 2006.

406. Kyyrä Tomi – Maliranta Mika: The Micro-Level Dynamics of Declining Labour Share: Lessons from the Finnish Great Leap. Helsinki 2006.

407. Korkeamäki Ossi – Uusitalo Roope: Employment Effects of a Payroll-Tax Cut: Evidence from a Regional Tax Exemption Experiment. Helsinki 2006.

408. Kari Seppo – Kiander Jaakko – Ulvinen Hanna: Vapaaehtoinen eläkevakuutus ja verotus. Katsaus kirjallisuuteen ja empiirinen kuva vapaaehtoisen eläkesäästämisen kehityksestä. Helsinki 2006.

409. Jalava Jukka – Kavonius Ilja Kristian: Durable Goods and Household Saving Ratios in the Euro Area. Helsinki 2006.

410. Sulamaa Pekka – Widgrén Mika: Turkish EU Membership: A Simulation Study on Economic Effects. Helsinki 2007.

411. Kohonen Anssi: Perintö- ja lahjaverotus – Näkökulmia talousteoriasta, maailmalta ja Suomesta. Helsinki 2007.

412. Perrels Adriaan: Economic Implications of Differences in Member State Regulations for the European Union Emission Trade System. Helsinki 2007.

413. Lehtonen Sanna – Moisio Antti: Kuntien valtionosuusjärjestelmä Suomessa ja Ruotsissa. Helsinki 2007.

414. Seppä Elina: Innovation Performance of Firms in Manufacturing Industry: Evidence from Belgium, Finland and Germany in 1998-2000. Helsinki 2007.

415. Kanniainen Vesa – Kari Seppo – Ylä-Liedenpohja Jouko: Nordic Dual Income Taxation of Entrepreneurs. Helsinki 2007.

416. Kari Seppo – Karikallio Hanna: Tax Treatment of Dividends and Capital Gains and the Dividend Decision under Dual Income Tax. Helsinki 2007.

417. Perrels Adriaan – Kangas Elina: Vapaa-ajan asuntojen omistus ja käyttö – Esiselvitys ekotehokkuuden kartoitusta varten. Helsinki 2007.

418. Riihelä Marja – Sullström Risto – Tuomala Matti: Economic Poverty in Finland 1971–2004. Helsinki 2007.

419. Lyytikäinen Teemu: The Effect of Three-Rate Property Taxation on Housing Construction. Helsinki 2007.

420. Korkeamäki Ossi: Laskelmia miesten ja naisten välisen palkkaeron kaventamisesta julkisella sektorilla. Helsinki 2007.

421. Kosonen Tuomas: The Increased Revenue from Finnish Corporate Income Tax in the 1990s. Helsinki 2007.

422. Appelqvist, Jukka: Wage and Earnings Losses of Displaced Workers in Finland. Helsinki 2007.

423. Honkatukia Juha – Rajala Arto: Energia, päästökauppa ja kilpailukyky – Suomalaisen energiaintensiivisen teollisuuden näkemyksiä EU:n päästökaupasta ja pohjoismaisista energiamarkkinoista. Helsinki 2007.

424. Kari Seppo – Kosonen Tuomas – Kröger Outi: Vakuutusturvan vaje perheenhuoltajan kuoleman kohdatessa. Julkisen turvan taso ja yksityinen henkivakuutusturva. Helsinki 2007.

425. Luoma Kalevi – Moisio Antti – Aaltonen Juho: Secessions of Municipal Health Centre Federations: Expenditure and Productivity Effects. Helsinki 2007.

426. Kari Seppo – Karikallio Hanna – Pirttilä Jukka: Anticipating Tax Changes: Evidence from the Finnish Corporate Income Tax Reform of 2005. Helsinki 2007.

427. Honkatukia Juha – Marttila Kimmo – Sulamaa Pekka: Budjetin aluevaikutukset – Valtion alueellistamis- ja tuottavuusohjelman vaikutukset maakunnissa. Helsinki 2007.

428. Kirjavainen Tanja: Efficiency of Finnish Upper Secondary Schools: An Application of Stochastic Frontier Analysis with Panel Data. Helsinki 2007.

429. Aaltonen Juho: Determinants of Health Care Expenditures in Finnish Hospital Districts 1993-2005. Helsinki 2007.

430. Haataja Anita: Soviteltu työttömyysetuus: Taustaa ja nykytilanne. Helsinki 2007.

431. Haataja Anita – Korkeamäki Ossi: Soviteltu työttömyysetuus: Kohdentuminen ja toimeentulo. Helsinki 2007.

432. Hämäläinen Kari – Tuomala Juha: Vocational Labour Market Training in Promoting Youth Employment. Helsinki 2007.

433. Parkkinen Pekka: Riittääkö työvoima terveydenhuolto- ja sosiaalipalveluihin? Helsinki 2007.

434. Kohonen Anssi: Yritysverotuksen koordinointi ja verokilpailu Euroopan unionissa. Helsinki 2007.

435. Berghäll Elina: Revealing Agglomeration Economies with Stochastic Frontier Modelling in the Finnish ICT Industry. Helsinki 2008.

436. Uimonen Sakari: Suomen infrastruktuuripääoma: Tiet. Helsinki 2007.

437. Lehtonen Sanna: Suomalaisten lukioiden tehokkuus – DEA yksilötason aineistolla. Helsinki 2007.

438. Hämäläinen Kari – Uusitalo Roope – Vuori Jukka: Varying Biases in the Matching Estimates: Evidence from two Randomized Job Search Training Experiments. Helsinki 2008.

439. Uimonen Sakari: Suomen infrastruktuuripääoma: Rautatiet. Helsinki 2008.

440. Kyyrä Tomi: Partial Unemployment Insurance Benefits and the Transition Rate to Regular Work. Helsinki 2008.

441. Aaltonen Juho: Terveyskeskusten tehokkuuseroja selittävät tekijät. Helsinki 2008.

442. Harju Jarkko: Vapaaehtoiset eläkevakuutukset ja vuoden 2005 verouudistus. Helsinki 2008.

443. Korkeamäki Ossi – Uusitalo Roope: Employment and Wage Effects of a Payroll-Tax Cut-Evidence from a Regional Experiment. Helsinki 2008.

444. Dahlberg Matz – Mörk Eva: Is There an Election Cycle in Public Employment? Separating Time Effects from Election Year Effects. Helsinki 2008.