

Makrotalousteorian piirteitä*

MIKKO PUHAKKA

Oulun yliopisto ja

Kansantaloustieteen valtakunnallinen jatkokoulutusohjelma

1. Johdanto

Tämä kirjoitukseni on laajahko katsaus teokseen: J.B. Taylor ja M. Woodford (toim.) *Handbook of Macroeconomics*. Volume 1A. North Holland, Amsterdam 1999.¹

Robert E. Hall toteaa (1999, s. 2–3, kurs. minun): »During the Great Depression, macroeconomics entered a period of division into schools of thought. The opposing schools of Keynesian and classical macroeconomics fought ideological as well as scientific battles. These schools have disappeared *completely* from the field in the past decade. Our program meetings and

conferences (NBER:n taloudellisten vaihteluiden ja kasvun ryhmä) feature many spirited scientific discussions but *never debates between schools of thought*.» Hän jatkaa provokatiivisesti (1999, s. 3): »Macroeconomics also has drawn closer to microeconomic theory in recent years – the long-sought microeconomic foundations for the field have been built. *It is fair to say that macroeconomics*, like such fields as industrial organization, public finance, and labor economics, *is now a branch of applied microeconomics*.»

Luettuani makrotaloustieteen käsikirjan ensimmäisen osan käsitykseni on, että Hallin sanomassa on paljon totta. Keskustelu koulukuntaynnä muista sellaisista kiistoista on olematonta. Niin makrotaloustieteen teoreettisessa kuin soveltavassakin analyysissä käytetään tänä päivänä dynaamisia ja stokastisia yleisen tasapainon malleja.

Olen tietoinen siitä, että nykyaikaisessa makrotaloustieteessä voidaan erottaa mm. uuskeynesiläinen ja usklassinen lähestymistapa entisten koulukuntien (mm. monetaristien ja keynesiläisten) erojen tapaan. Mielestäni ammatti-

* Kiitän Pertti Haaparantaa, Seppo Honkapohjaa ja Markku Ollikaista hyvin hyödyllisistä kommentista. Kaikki kirjoitukseeni mahdollisesti jääneet hölmödyt ovat minun vastuullani.

¹ Viimeaikaisia suomalaisia katsauksia makroteoriaan ovat esittäneet Honkapohja (1996) ja Koskela (1996). Molemmissa kirjoituksissa kuvataan makroteorian kehitystä pitemmällä aikavälillä. Honkapohja keskittyy makroteorian kehitykseen ja Koskela talouspolitiikkaan.

kunnan piirissä vallitsee tällä hetkellä kuitenkin melkoinen yksimielisyys siitä, että makrotaloustieteen mallien tulee olla mikrotalousteoreettisesti hyvin perusteltuja. Tämä tarkoittaa sitä, että taloudenpitäjien (kotitaloudet, yritykset) päätösongelmat ovat hyvin spesifioituja ja mekanismi, jolla nämä päätökset koordinoidaan lopputulemiksi (tasapaino) on hyvin määritelty. Esimerkiksi ISLM -mallin ja kokonaiskysyntä-kokonaistarjonta -mallin joissakin versioissa oli piirteitä näistä vaatimuksista (esim. investointifunktion johtaminen dynaamisesta yrityksen päätösongelmasta), mutta toisia piirteitä (esim. kulutusfunktion ja työn tarjonnan johtaminen riippumattomasti toisistaan), jotka olivat ongelmallisia. Nykyään eroja lähestymistavoissa tulee esimerkiksi siitä, kuinka tärkeinä pidetään erilaisia markkinoiden epätäydellisyyksiä.

Tärkeimmät mallikehikot nykyaikaisessa makrotaloustieteessä ovat dynaamisista ohjelmointia hyödyntävät mallit ja limittäisten sukupolvien malli. Dynaamiseen ohjelmointiin perustuvat mallit ovat oikeastaan dynaamisia *Robinson Crusoe* -malleja.² Pidän itse limittäisten sukupolvien malleista mm. niiden monipuolisuuden vuoksi. Ne mahdollistavat luontevalla tavalla esimerkiksi tulonjakoon liittyvien kysymysten tutkimisen. Tulonjaon ongelmat ovat tulleet yhä tärkeämmiksi makrotaloustieteen tutkimuksessa.³

Tämä 1A kirja (tämän sarjan makrotaloustieteen käsikirjoja on yhteensä kolme) jakautuu kahteen osaan. Ensimmäisessä osassa käydään läpi makrotaloudellisten havaintojen (lähinnä Yhdysvaltojen aineistolla) historiallista kehitystä ja jonkin verran empiirisen analyysin mene-

² Perinteinen viite staattiseen Robinson Crusoe -malliin on *Koopmansin* (1957) I luku.

³ Tyylikäs sovellus limittäisten sukupolvien mallista tulonjakoon on *Freeman* (1996).

telmiä. Toisen osan kirjoitukset ovat katsauksia dynaamisen analyysin menetelmiin. Osien välillä on jonkin verran päällekkäisyyttä mm. taloudelliseen kasvuun liittyvissä artikkeleissa.

Tässä kirjoituksessa pyrin antamaan kuvan kirjan sisällöstä ja samalla arvioin jonkin verran kirjan artikkelien perusteella makrotaloustieteen nykytilaa. Yritän kirjoittaa katsaukseni siten, että siitä olisi myös hyötyä ns. käytännön tehtävissä toimiville yleis- ja käyttöekonomisteille.

2. Kasvumallin prototyyppi

Esittelen lyhyesti ei-stokastisen optimaalisen kasvumallin, jota käytetään modernissa makrotalousteoriassa huomattavan paljon ennen kaikkea laskettaessa numeeristen mallien tasapainoja ja niiden ominaisuuksia. Tulen nimittäin kirjoituksessani viittaamaan tähän malliin. Tyypillinen optimaalinen kasvuprobleema on seuraava:

$$(OK) \max \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(c_t, x_t)$$

$$\begin{aligned} \text{ehdoilla } & i_t + c_t = f(k_t, 1 - x_t) \\ & k_{t+1} = (1 - \delta)k_t + i_t \\ & k_t \geq 0, c_t \geq 0, 1 - x_t \geq 0 \text{ ja } i_t \geq 0. \end{aligned}$$

Edellä i_t on investoinnit, c_t kulutus, k_t pääomakanta ja x_t vapaa-aika. Ensimmäinen hyvinvointiteoreema pätee tässä tapauksessa, joten OK -ongelman ratkaisu on myös talouden kilpailutasapaino. Probleeman ratkaisu voidaan muuntaa laboratoriotaloudeksi olettamalla hyötyfunktiolle ja tuotantofunktiolle eksplisiititset funktiomuodot esimerkiksi seuraavaan tapaan:

$$(1) \quad f(k_t, 1 - x_t) = k_t^\alpha (1 - x_t)^{1 - \alpha}$$

ja

$$(2) \quad u(c_t, x_t) = \left[(c_t^{1-\phi} x_t^\phi)^{1-\frac{1}{\rho}} - 1 \right] / \left(1 - \frac{1}{\rho} \right).$$

Edellä parametri $1-\alpha$ mittaa mm. työtulojen osuutta kansantulosta. ρ on intertemporaalinen substitutiojousto eri periodien »yhdistettyjen hyödykkeitten», $c^{1-\phi} x^\phi$, välillä. ϕ on vapaa-ajan osuutta »yhdistetyssä hyödykkeessä» kuvaava parametri. Saman periodin kulutuksen ja vapaa-ajan välinen substitutiojousto on ykkönen, koska yhdistetystä hyödykkeestä saatava periodeittainen hyöty on *Cobb-Douglas* -muotoa. Jos $\rho=1$, saadaan logaritminen hyötyfunktio eli

$$(3) \quad u(c_t, x_t) = (1-\phi) \ln c_t + \phi \ln x_t.$$

Empiirisessä tutkimuksessa tulee määrittää näille parametreille numeeriset arvot. Sitten OK-ongelma ratkaistaan ja katsotaan millaisia ominaisuuksia on niillä aikasarjoilla, joita tällainen laboratoriomalli tuottaa. Näin rakennettua mallia pidetään hyvänä (toimivana), jos sen tuottamalla aikasarjoilla on samoja tilastollisia ominaisuuksia (mm. ensimmäiset ja toiset momentit) kuin todellisilla aikasarjoilla. Tämä näkemys mallin hyvydestä ei suinkaan ole ongelmaton. Miten vertaillaan mallien paremmuutta, jos ne ovat lähes yhtä hyviä laboratoriotalouksiensa aikasarjaominaisuuksiltaan, mutta niiden talousteoreettiset perusteet (esim. oletus täydellisestä tai monopolistisesta kilpailusta mallissa) ovat tyystin erilaiset? Ongelmia kokonaistaloutta kuvaavassa mallissa saattaa tulla myös siitä, mitä parametrien arvoja käytetään esimerkiksi yhtälön (2) hyötyfunktiossa yllä.⁴

⁴ Tähän ongelmaan viittaavat kirjan artikkelissaan *Browning, Hansen ja Heckman*.

3. Makrohavaintojen käsittelystä

Suhdannevaihteluiden syiden ja seurausten tutkiminen on perinteisesti ollut yksi makroteorian keskeisiä ongelmia. Koituuhan vaihteluista mahdollisesti suuria yhteiskunnallisia kustannuksia, vaikka niillä voi myös olla »puhdistavia» vaikutuksia.

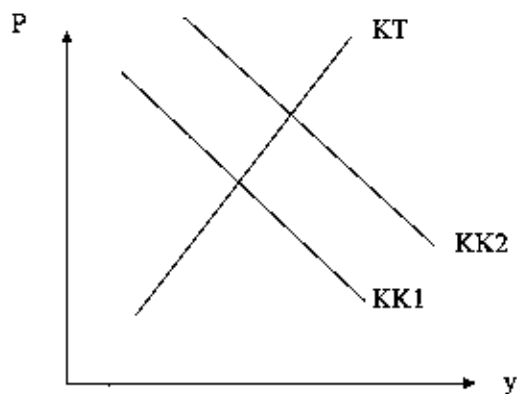
Stock ja *Watson* aloittavat kirjan katsauksellaan Yhdysvaltain talouden suhdannevaihteluihin toisen maailmansodan jälkeen. He keskustelevat siitä, mitä suhdannevaihtelut tarkoittavat ja kuinka havaintoja muokataan suhdannevaihteluiden saamiseksi esiin.

Kirjoittajien mukaan taloudessa havaittavat vaihtelut ovat suhdannevaihteluita, jos niiden kesto (joko kuopasta kuoppaan tai huipusta huippuun) on puolentoista vuoden ja kahdeksan vuoden välillä. Oleellinen kysymys tässä yhteydessä on, kuinka pitkistä aikasarjasta eristetään suhdannevaihtelun komponentti. Hyvän suhdannevaihtelut esiintuovan menetelmän tulisi eliminoida vaihtelut, jotka kestävät vähemmän kuin 18 kuukautta tai enemmän kuin 96 kuukautta. Kirjoittajat tukeutuvat *Kingin* ja *Baxterin* (1994) menetelmään, joka perustuu aikasarjojen spektraalianalyysiin (trigonometrisiin funktioihin). Heidän menetelmänsä on edelläsanotussa mielessä hyvä. Reaalisten suhdannevaihteluiden kirjallisuudessa paljon käytetty *Hodrickin* ja *Prescottin* suodatint ei kirjoittajien mukaan toimi niin hyvin kuin *Kingin* ja *Baxterin* menetelmä.⁵ Kirjan tätä lukua ei voi käyttää opettelemaan näitä menetelmiä, sillä esitys olettaa lukijan tietävän ne ja niiden käytön melko hyvin.

Stock ja *Watson* raportoivat suuren joukon tärkeiden makromuuttujien korrelaatioita reaali-

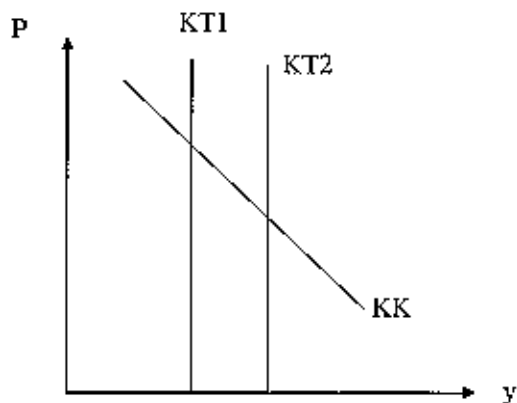
⁵ Tämän suodattimen laskemisesta ja käytöstä ks. esimerkiksi *Cooley ja Prescott* (1995).

Kuvio 1.



lisen bruttokansantuotteen ja sen eri viipeiden välillä. Poimin näistä havainnoista yhden tuloksen: kansantuotteen ja hintatason (kansantuotteen hintaindeksi) korrelaatioksi (neljännesvuosiaineisto vuosina 1953–1996) he saavat $-0,54$. Cum laude -tason makrotaloustieteen oppikirjasta tutulla mallilla voidaan tulkita tämä tulos. Se on esitetty kuvioissa yksi ja kaksi (merkinnyt: KT = kokonaistarjonta, KK = kokonaiskysyntä, P = hintataso, y = reaalin kansantuote), joihin on piirretty kokonaiskysyntä-kokonaistarjonta -malli. Ensimmäiseen kuvioon olen piirtänyt kokonaiskysyntä ja -tarjontakäyrät tapauksessa, jossa tarjontakäyrä on nouseva. Toiseen kuvioon olen piirtänyt vastaavat käyrät siten, että kokonaistarjontakäyrä on pystysuora. Ensimmäisessä kuviossa on kuvattu tilanne, jossa talouden vaihtelut ovat seurausta vaihteluista kokonaiskysynnässä. Kuvio kaksi voidaan tulkita yksinkertaiseksi esitykseksi reaalisien suhdannevaihteluiden teoriasta, jossa talouden vaihtelut ovat seurausta pääasiassa vaihteluista kokonaistarjonnassa. Stockin ja Watsonin laskema korrelaatio hintatason ja kansantuotoksen välillä tukee kuviossa kaksi esitettyä tapusta.

Kuvio 2.



Stock ja Watson eivät kuvaa kirjoittamassaan luvussa talouden eri sektoreiden havaintoja suhdannevaiheiden aikana. He kuvaavat aggregoituja havaintoja. Näyttää siltä, että jotkut tutkijat ovat alkaneet enemmän huomioida myös talouden eri sektoreiden käyttäytymisen suhdannevaiheissa. Tämän kehityksen ovat mahdollistaneet paremmat disaggregoidut havainnot. *Christiano ja Fitzgerald* (1998) tarkastelevat Yhdysvaltain talouden havaintoja tästä näkökulmasta. On mielenkiintoista nähdä, mihin suuntaan suhdannevaihteluiden teoria ja makroteoria kehittyvät, kun tutkijat ovat saaneet selvitettyksi sektoreittaisen kehityksen pääpiirteet eri suhdannevaiheissa.⁶

Tämä luku tarjoaa mielenkiintoista raaka-ainetta makroteoreettisille pohdinnoille. Minkälainen on se malli, joka tuottaa ainakin joitakin luvussa raportoiduista korrelaatioista?

Kirjan kahdeksannessa luvussa Browning, Hansen ja Heckman lähestyvät empiriaa mikrotaloudellisten havaintojen näkökulmasta. He pohtivat mm. sitä, millaisia numeerisia arvoja

⁶ Joitakin piirteitä tästä teorian kehittelystä on esitetty *Fisherin* (1999) tutkimuksessa.

tulisi käyttää ylläkirjoitetussa hyötyfunktiossa (yhtälö 2). Mikä tulisi olla esimerkiksi intertemporaalisen substituutiojouston arvo? Ongelma ei ole suoraviivaisesti ratkaistavissa, sillä stokastisessa mallissa, jossa taloudenpitäjät maksimoivat odotettua hyötyään, intertemporaalisen substituutiojouston arvo on täsmälleen *Arrowin* ja *Prattin* suhteellisen riskinkarttamisen mitan käänteisluku. Tässä tapauksessa ei voida erottaa käyttäytymisessä sitä, mikä johtuu suhtautumisesta riskin karttamiseen ja mikä intertemporaalisesta substituutiosta.⁷

Kirjan nämä luvut antavat oman todistuksen makrotalousteorian nykysuunnasta. Makrotaloustieteen ja mikrotaloustieteen rajankäynti on alkanut jo muistuttaa veteen piirrettyä viivaa. Ne näyttävät integroituvan toisiinsa yhä tiiviimmin.

4. Raha makrossa

Miten rahapolitiikka vaikuttaa taloudessa? Suomessa ei ole tätä nykyä enää itsenäistä rahapolitiikkaa, mutta Euroopan keskuspankin toiminteillä on luonnollisesti voimakas, vaikkakin hankalammin kvantifioitavissa oleva, vaikutuksensa Suomen talouteen.

Kirjan toisessa luvussa *Christiano*, *Eichenbaum* ja *Evans* haluavat selvittää rahapolitiikan ei-järjestelmällisten muutosten (sokkien) vaikutukset talouteen. Tämän he tekevät sen takia, että saataisiin luotettavaa informaatiota näiden häiriöiden vaikutuksista laboratoriomalleja varten. Toisin sanoen tutkijat haluavat estimoida

⁷ Empiiriset mallit, joissa on tämä suoraviivainen riippuvuus intertemporaalisen substituutiojouston ja riskinkarttamisen välillä, toimivat useasti huonosti. Asian korjaamiseksi on esitetty useita ratkaisuja. Näissä malleissa, jossa ko. suureet voidaan erottaa, taloudenpitäjät eivät enää maksimoivat odotettua hyötyään. Ks. esim. *Epstein* ja *Zin* (1991).

rahopolitiikan häiriöiden kvantitatiiviset vaikutukset. Kun näiden suuruus tiedetään, niin silloin hyvä laboratoriotalouden malli tulee rakentaa siten, että sillä on nämä samat ominaisuudet.

He lähestyvät ongelmaa kirjoittamalla rahapolitiikan instrumentin (esim. korko) riippuvuuden eri muuttujista ja häiriötekijöistä seuraavasti

$$(4) \quad S_t = f(\Omega_t) + \sigma_s \varepsilon_t^s.$$

S_t on rahapolitiikan instrumentti, esimerkiksi ohjauuskorko tai liikkeessä olevan rahan määrä. Ω_t on rahapolitiikan viranomaisen informaatiojoukko, joka sisältää esimerkiksi kansantuotteen, inflaation ynnä muiden muuttujien nykyiset ja menneet arvot. $\sigma_s \varepsilon_t^s$ on rahapolitiikan sokki, jossa ε_t^s :llä on ykkösen suuruinen varianssi ja σ_s on rahapolitiikan sokin standardipoikkeama. Sokille voidaan antaa useita tulkintoja. Se voidaan esimerkiksi tulkita muutokseksi politiikantekijän preferensseihin, jolloin inflaation ja työttömyyden paino tavoitefunktiossa muuttuu.

Yhtälö (4) voi olla lineaarinen regressiomalli. Mallilla pyritään identifioimaan rahapolitiikan sokkien suuruus. Kun malli on estimoitu, niin jäännöstermien suuruus voidaan laskea.

Lopullinen idea on selvittää näiden rahapolitiikan sokkien vaikutus muihin tärkeisiin muuttujiin kuten kansantuotteeseen, työttömyyteen, inflaatioon j.n.e. Tämä tapahtuu estimoimalla vektoriautoregressiivisestä mallista impulssivasteet rahapolitiikan sokeille. Tämä malli voi olla esimerkiksi seuraava

$$(5) \quad Z_t = B_1 Z_{t-1} + B_2 Z_{t-2} + \dots + B_q Z_{t-q} + u_t.$$

Z_t on muuttujien vektori, joka voi sisältää itsessään myös rahapolitiikan instrumentit, S_t , eli muuttujat, joita kuvattiin yhtälöllä (4). Rahapolitiikan sokkien, ε_t^s , ja häiriöiden u_t , yhteys ei

ole suoraviivainen. Tämän yhteyden identifioiminen onkin yksi tärkeä osa impulssivasteiden laskemista.

Christianon, Eichenbaumin ja Evansin kirjoittama luku on tekninen, mutta hyvä esitys menetelmistä, joilla erilaisten sokkien vaikutuksia voidaan laskea.⁸ Tällainen lähestymistapa on hyödyllinen tutkittaessa Suomen 1990-luvun alun lamaa.

Bordo ja *Schwartz* luovat kirjan kolmannessa luvussa historiallisen katsauksen rahapolitiikan järjestelmiin ja siihen, miten hyvin taloudet toimivat kunkin järjestelmän vallitessa. Heidän katsauksensa alkaa vuodesta 1880 eikä rajoitu ainoastaan Yhdysvaltoihin. Tällainen katsaus on mallitäyteisessä kirjassa informatiivinen ja piristävä poikkeus. Kirjoittajien mielestä aikakautta luonnehtii kolme tärkeätä ajanjaksoa: kultakannasta luopuminen asteittain aikavälillä 1914–1971, Suuri lamakausi 1929–1933 ja Suuri inflaatio 1965–1980.

Kirjoittajat myöntävät, ettei heillä ole kovin hyvää selitystä sille, miksi mikäkin rahapolitiikan järjestelmä kunakin aikakautena vallitsi. Johtuiko se esimerkiksi joidenkin voimakkaiden rahapolitiikan vaikuttajien näkemyksistä, vai esimerkiksi jonkin hyvin menestyneen valtion esimerkistä? Tyhjentävää vastausta ei kirjoittajien mukaan ole vielä olemassa. Ja nämäkään Bordon ja Schwartzin spekulatiot eivät kuulosta kovin vakuuttavilta, koska odottaisi instituutioiden ja talouspolitiikan järjestelmien kehittyvän ajassa ainakin jossakin määrin optimaalisesti.

⁸ Toinen sovellusesimerkki on *Edelbergin*, *Eichenbaumin* ja *Fisherin* (1999) tutkimus julkisten menojen häiriöiden vaikutuksista aggregaattimuuttujiin.

5. Taloudellinen kasvu

Kirjassa on kolme lukua taloudellisesta kasvusta. Aikaisemmin kasvuteorian osuus makrotalousteorian opetuksessa oli vähemmän keskeinen kuin nykyään. Ajateltiin, että talouden pitkän ajan kasvutrendin määrääytymisellä ei ollut paljon tekemistä talouden lyhyen aikavälin vaihteluiden kanssa. Kasvuteoria selitti trendin määrääytymisen ja makroteoria lyhyen aikavälin vaihtelut trendin ympärillä.

Näkemys alkoi muuttua 1980-luvun alussa, jolloin *Nelson* ja *Plosser* (1982) julkaisivat tärkeän tutkimuksen. Heidän olennainen sanomansa oli, että talouteen kohdistuvat lyhyen aikavälin sokit voivat vaikuttaa talouden pitkän aikavälin kasvutrendiin. Tulkinta on, että trendi ja lyhyen aikavälin vaihtelut eivät ole riippumattomia toisistaan kuten aiemmin ajateltiin. Asiasta on *Nelsonin* ja *Plosserin* tutkimuksen jälkeen väitelty hyvin paljon eikä yksimielisyyttä näytä ainakaan vielä syntyneen.⁹

Kirjan yhdeksännessä luvussa kasvuteorian »grand old man» *Robert Solow* katsastaa teorian kehityksen aina *Harrod-Domar* -mallista lähtien nykypäiviin saakka. Solow'n perspektiivi kasvuteoriaan on mielenkiintoista luettavaa.

Solow'n uusklassisesta kasvumallista keskusteltaessa ja sitä opetettaessa ei aina muisteta, että jo Solow (1956) itse esitti alkuperäisessä artikkelissaan esimerkin, jossa rajaton kasvu on mahdollinen. Käyttäen vakiosubstituutioujoustoista teknologiaa tietyin parametriarvoin hän sai pääomaa per capita (k) ajassa kuvaavan yhtälön muotoon

$$(6) \quad \dot{k} = s(ak^{\frac{1}{2}} + 1)^2 - (\delta + n)k,$$

⁹ Hyvä katsaus tähän yksikköjuurikeskusteluun on esim. *Rudebusch* (1999).

jossa s on vakioinen rajasäästämisalttius, 100δ on poistoprosentti ja n väestön kasvuvauhti. Jos $sa^2 > \delta + n$, niin k voi kasvaa rajatta.¹⁰

Kirjan kaksi muuta taloudellista kasvua käsittelevää artikkelia ovat empiirisiä. *McGrattan* ja *Schmitz* pohtivat eri maiden välisten tuloerojen selitystä. Mielenkiintoinen piirre maiden tulonjaon kehityksestä vuodesta 1960 alkaen on *Durlaufin* ja *Quah*'n havainto maailman tulonjakauman muuttumisesta yksihuippuisesta vuonna 1960 kaksihuippuiseksi vuonna 1988. *McGrattan* ja *Schmitz* raportoivat suuren joukon kasvuhavaintoja ja hakevat selitystä maiden välisille tuloeroille lähinnä niiden talouspolitiikan eroista.

Saadaksemme käsityksen siitä, miten he selitystä hakevat, esitän seuraavassa yksinkertaisen yritelmän selittää maiden välisiä tuloeroja. Laskelma perustuu *Prescottin* (1998) tutkimukseen. Tämä laskelma antaa kuvan siitä, millä tavalla *McGrattan* ja *Schmitz* lähestyvät samaa ongelmaa.

Otetaan avuksi jatkuva-aikainen *Solow*'n kasvumalli, jossa on *Harrod*-neutraali tekninen kehitys. Tuotantofunktio on muotoa

$$(7) \quad Y(t) = K(t)^\theta [A(t)L(t)]^{1-\theta},$$

jossa tekninen kehitys ja työvoima kehittyvät seuraavasti: $L(t) = L(0)e^{nt}$ ja $A(t) = A(0)e^{gt}$. Voi osoittaa, että per capita tuotanto stationäärisessä tilassa (vakaalla kasvu-uralla) kehitty seuraavasti

$$(8) \quad \frac{Y(t)}{L(t)} = \left(\frac{s}{\delta + g + n} \right)^{\frac{\theta}{1-\theta}} A(t),$$

¹⁰ Jos korotat yhtälön kuusi oikean puolen ensimmäisen tekijän toiseen potenssiin, jaat molemmat puolet k :lla, yhdistelet termit ja annat k :n lähestyä ääretöntä, näet tuloksen. Katso *Solow*'n (1956) V kuvio.

jossa s on vakioinen rajasäästämisalttius ja δ on poistoaste. Käytetään seuraavia luontevia luku-arvoja parametreille: $\theta = 0,25$, $g + n = 0,03$ ja $\delta = 0,05$. θ mittaa pääomatulojen osuutta kansantalouden kokonaistulosta. Nyt voidaan katsoa sitä, kuinka hyvin maiden välisiä tuloeroja voidaan selittää niiden erisuuruuksilla säästämisasteilla. Otetaan alkulähtökohdaksi $s = 0,2$, jolloin vastaavaksi per capita tuloksi saadaan $y(t) = 1,36A(t)$. s :n arvoilla 0,1, 0,3 ja 0,4 saadaan per capita tuloksi $y(t) = 1,08A(t)$, $y(t) = 1,55A(t)$ ja $y(t) = 1,71A(t)$. Korkeimman säästämisasteen omaavan maan kansantulo on n . 1,6-kertainen verrattuna esimerkin köyhimmän maan kansantuloon. Esimerkiksi vuonna 1990 Yhdysvaltain kansantuote oli n . 45 kertaa suurempi kuin Tsadin kansantuote.¹¹ Näin ollen suuria maittaisista tuloeroja ei voida selittää säästämisasteiden eroavuuksilla.

McGrattan ja *Schmitz* eivät tehtävässään onnistu kovin hyvin. He päätyvätkin toivomaan, että monet muuttujista (mm. inhimillinen pääoma, talouspolitiikkaa kuvaavat muuttujat) voitaisiin mitata paremmin.

Durlaufin ja *Quah*'in kirjoittama luku taloudellisen kasvun uuteen empiriaan on todella mielenkiintoinen ja samalla teknisesti vaativa. He ovat mm. kiinnostuneita siitä, miten kansainvälinen tulonjako muuttuu ajassa. Mikä on tulonjaon dynamiikka? He pyrkivät identifioimaan seuraavan yleisessä muodossa esitetyn stokastisen epälineaarisen differenssiyhtälön

$$(9) \quad \phi_t = T(\phi_{t-1}, u_t),$$

jossa ϕ_t on maailman tulonjaon tiheysfunktio periodilla t ja u_t on satunnaissokki tähän tiheysfunktioon. Jos relaatio T löydetään, niin tulon-

¹¹ Katso havainnot esimerkiksi *Jonesin* (1998, s. 4) oppikirjasta.

jaon dynamiikka on selvitetty. Tulonjaon dynamiikan selvittäminen on tärkeää myös kasvu-teorian kehitykselle, koska näin saadaan selville uudenlaisia talouksia pitkällä aikavälillä kuvaavia tosiasioita teorian kehittelyn tueksi.

Durlauf ja Quah käsittelevät katsauksessaan myös paljon muita kasvuun liittyviä kysymyksiä, mm. konvergenssia. Heidän näkökulmansa on kuitenkin koko ajan maailman maiden tulonjako eikä yhden maan pitkän aikavälin kasvu.¹²

6. Tasapainojen määräämättömyys

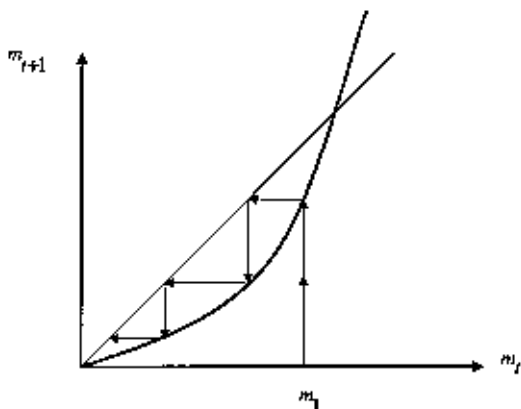
Mallit, joissa on suuri joukko tasapainoja, ovat hyviä kandidaatteja sellaisiksi malleiksi, joissa voidaan havaita auringonpilkkutasapainoja. Auringonpilkkutasapaino tarkoittaa tilannetta, jossa taloudenpitäjien mielessä oleva ei-perustavanlaatuisen epävarmuus vaikuttaa talouden tasapainolokaatioihin. Useampia tasapainoja sisältävät mallit voivat olla mielenkiintoisia myös sen vuoksi, että silloin odotusten rooli tasapainon valitsemisessa saattaa olla oleellinen. Siitä taas ehkä seuraa esimerkiksi huomattavia vaihteluita taloudessa odotusten nopeasti ja arvaamattomasti muuttuessa.¹³ Tasapainojen määräämättömyys ja auringonpilkkutasapainot ovat *Benhabibin* ja *Farmerin* katsauksen aiheina.

Seuraavassa pyrin erottamaan käsitteet tasapainojen määräämättömyys (»indeterminacy») ja monikäsitteisyys (»multiplicity»). Edellisestä seuraa jälkimmäinen mutta jälkimmäisestä ei välttämättä edellinen. Erottelu liittyy siihen,

¹² *Kaldorin* (1961) tunnetut tosiasiat kasvusta eivät käsitelleet maidenvälisiä vertailuja vaan yhden talouden kasvuhavaintoja. Nämä faktat on esittänyt myös *P. Romer* (1989).

¹³ *Keynesin* »animal spirits» tulee tässä yhteydessä mieleen.

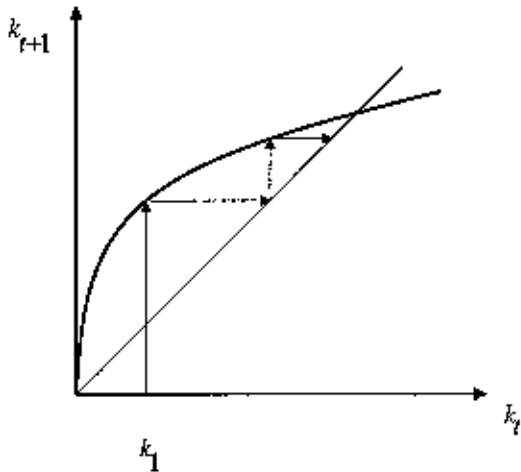
Kuvio 3.



minkä muuttujien suhteen asiaa tarkastellaan. Jos muuttujan tämän hetken arvo määräytyy menneiden päätösten seurauksena (esim. pääomakanta), niin silloin »toisilleen läheiset» tasapainot eivät välttämättä ole määräämättömiä. Jos tarkastellaan muuttujaa, joka ei määräydykään menneiden päätösten seurauksena (esim. talouden hintataso), niin »toisilleen läheiset» tasapainot ovat usein määräämättömiä. Yksi määräämättömyyden oleellinen piirre on, että monessa tapauksessa tulevaisuus tai odotukset tulevaisuudesta määrittävät nykyhetken. Seuraavat kuviot valaisevat näitä käsitteitä.

Kuviossa 3 on esitetty tilanne yksinkertaisesta limittäisten sukupolvien vaihtotalouden mallista, jossa vaihdon välineenä ja varallisuuden ylläpitäjänä on raha. Esittelen tämän mallin seuraavassa luvussa yksityiskohtaisemmin. Merkintänä on $m_t = M/p_t$, jossa M on liikkeessä oleva nimellinen rahamäärä, jonka määrä on muuttumaton periodista toiseen, p_t on hintataso ja m_t siten reaalkassojen määrä. Kuvioon on merkitty yhden tasapainojonon alku. On helppo nähdä, että m_1 :llä (= M/p_1) alkavan jonon »lähellä» (esimerkiksi voidaan aloittaa kohdasta $m_1 - \varepsilon$) on toinen tasapainojono, joka konvergoituu ori-

Kuvio 4.

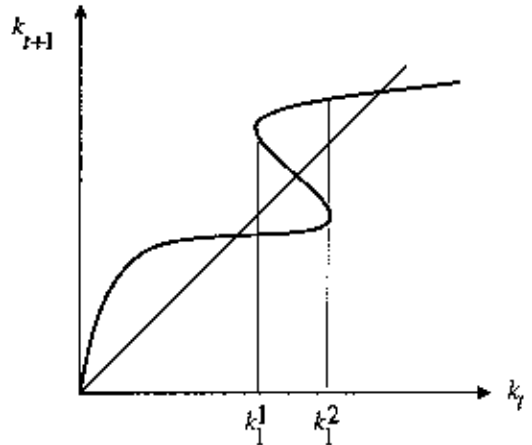


goa kohti. Mutta koska hintataso ei määräydy menneisyyden perusteella, niin nyt on kyseessä malli, jossa tasapainot ovat määräämättömiä.

Kuviossa 4 on esitetty tilanne yksinkertaisesta limittäisten sukupolvien tuotantotalouden mallista. k_t on pääoma per capita. Samoin kuin edellisessä kuviossa tähän kuvioon on merkitty yhden tasapainojonon alku. On taas helppo nähdä, että k_1 :llä alkavan jonon »lähellä» (esimerkiksi voidaan aloittaa kohdasta $k_1 + \epsilon$) on toinen tasapainojono, joka konvergoituu stationääristä tilaa kohti. Tässä ei kuitenkaan ole kyseessä tasapainojen määräämättömyys, sillä pääomakanta on ennalta määrätty muuttuja.

Kuvion 5 taustalla on sama malli kuin edellisessä kuviossa. Poikkeuksena on nyt vain muutos taloudenpitäjien säästämiskäyttäytymisessä. Nyt taloudessa on kolme ei-triviaalia ($k \neq 0$) stationääristä tasapainoa. Jos talous lähtee liikkeelle pääomakannan tasolta, joka on k_1^1 :n ja k_1^2 :n välissä, niin ei ole selvää, mikä on seuraavan periodin pääomakanta eli k_2 . Esimerkiksi taloudenpitäjien odotukset voivat vaikuttaa siihen, mikä pääomakannan tasoksi tulee toisella pe-

Kuvio 5.



riodilla. Näin ollen tässä mallissa havaitaan tasapainojen määräämättömyys.¹⁴

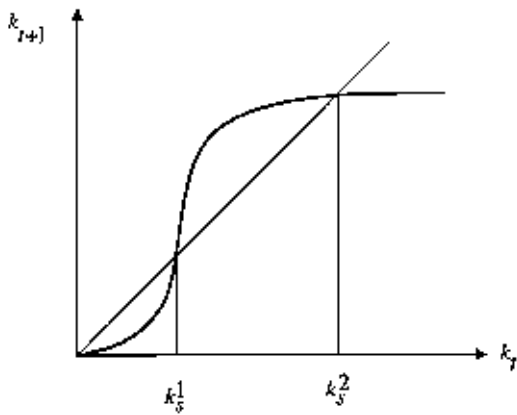
Kuvion 6 taustalla on jälleen sama malli kuin kahdessa edellisessä kuviossa. Nyt taloudessa on kaksi ei-triviaalia ($k \neq 0$) stationääristä tilaa. Lähtipä talous nyt liikkeelle miltä tahansa pääomakannan tasolta, on seuraavan periodin pääomakanta yksikäsitteisesti määrätty, joten mallissa ei ole tasapainojen määräämättömyyttä.¹⁵ Kuvioista nähdään, että siinä on monia tasapainoja.

Vaikka taloutta kuvaavassa mallissa olisikin monilukuinen määrä stationäärisiä tasapainoja, sen tasapainot eivät välttämättä ole määräämättömiä. Benhabib ja Farmer yrittävät löytää sellaisia mallien ominaisuuksia, jotka aiheuttavat tasapainojen määräämättömyyden. He rajaavat

¹⁴ Solow keskustelee tästä tapauksesta omissa katsoksessaan. Ks. hänen 7. kuvionsa.

¹⁵ Tämä on ns. köyhyysloukku -tapaus. Durlauf ja Quah keskustelevat tästä tapauksesta. Ks. heidän 7. kuvionsa.

Kuvio 6.



limittäisten sukupolvien mallit tarkastelujensa ulkopuolelle. He näyttävät, että esimerkiksi yhden sektorin kasvumalli, jonka teknologiassa on tarpeeksi kasvavia skaalatuottoja tai monisektorinen malli, jossa on vakioskaalatuotot mutta muita markkinoiden epätäydellisyyksiä, voivat olla sellaisia malleja, joissa niiden tasapainot ovat määräämättömiä.

7. Oppimisdynamiikka

Taloustiedettä syytetään joskus mm. siitä, että se olettaa malleissaan toimivien taloudenpitäjien olevan liian rationaalisia. Onko esimerkiksi oletus rationaalisista odotuksista liian voimakas? Vaatiiko se taloudenpitäjiltä liian suurta informaation käsittelykykyä? Ehkä on syytä pyrkiä rakentamaan hyvin perusteltuja malleja, joissa voidaan höllentää edes jonkin verran vaatimusta taloudenpitäjien voimakkaasta rationaalisuudesta. Oppimiskirjallisuus pyrkii omalta osaltaan juuri tähän.

Evans ja Honkapohja käsittelevät omassa luvussaan oppimisdynamiikkaa. He tutkivat mm. sitä, kuinka vahva on rationaalisten odotusten

käsite. Ovatko rationaaliset odotukset jossakin mielessä stabiileja eli konvergoituuko jokin oppimekanismi rationaaliin odotuksiin? Oppimiskirjallisuudessa taloudenpitäjien oletetaan pystyvän käsittelemään hallussaan olevaa informaatiota samaan tapaan kuin hyvät ekonometrikot sen tekevät.

Toisena ideana heidän kirjoittamassaan luvussa on pohtia tasapainojen monikäsitteisyyttä. Sehän saatetaan kokea teorian (mm. sen antamien ennusteiden) kannalta ongelmalliseksi. Yksi lähestymistapa valita monikäsitteisistä stationäärisistä tasapainoista joku, on mallintaa taloudenpitäjien oppimista eli poiketa täydellisen ennakkotietämyksen ja rationaalisten odotusten oletuksesta.

Esimerkkinä siitä, miten oppimismekanismit voivat eliminoida osan tasapainoista, tarkastelen limittäisten sukupolvien mallia, jossa on kaksi ei-triviaalia stationääristä tasapainoa. Valitsen kaksi kautta elävien taloudenpitäjien hyötyfunktioksi muodon $v(c_2^t, c_1^t) = c_2^t - \frac{1}{2}(y - c_1^t)^2$.

Tämä on ehkä hiukan »kummallisen» näköinen hyötyfunktio, mutta lähes sen tyyppistä hyötyfunktioita on käytetty kahdessa tärkeässä »auriongonpilkku» tutkimuksessa.¹⁶ Hyötyfunktiossa kuluttaja välittää toisen periodin kulutuksestaan ja ensimmäisen periodin tarjonnastaan. Kuluttajalla on alkuvarantoja (joiden määrää merkitseen y :llä) ainoastaan ensimmäisellä elinperiodillaan.

Kuluttajan periodeittaiset budjettirajoitukset ovat

$$(10) \quad p_t c_1^t + M_t^d = p_t y$$

$$(11) \quad p_{t+1}^e c_2^t = M_t^d.$$

¹⁶ Ks. Azariadis (1981) ja Farmer ja Woodford (1997). Ks. myös Farmerin (1999) esitys asiasta.

Edellä p_{t+1}^e on taloudenpitäjien odotus seuraavalla periodilla vallitsevalle hintatasolle. Ratkaisu optimointiongelmaan on reaalikassojen ($m_t^d \equiv M_t^d/p_t$) kysyntä: $m_t^d = \frac{P_t}{p_{t+1}^e}$. Mielenkiintoinen asia tässä yhteydessä on, miten taloudenpitäjien oletetaan muodostavan hintatasoa koskevan odotuksensa. Oppimiskirjallisuudessa keskeisenä asiana on pohtia tätä seikkaa. Aloitan keskustelun katsomalla ensin täydellisen ennakkotietämyksen (so. rationaalisten odotusten) tapainoa, jossa $p_{t+1}^e = p_{t+1}$.

Mallissa oletetaan olevan julkisen vallan, joka rahoittaa eksogeeniset menonsa (g_t) lainaamalla suoraan keskuspankista, jossa niiden rahoittamiseksi painetaan uutta rahaa. Budjettirajoitus on: $M_t = M_{t-1} + p_t g_t$. Edistämällä tämä budjettirajoitus yhdellä periodilla ja kirjoittamalla uudelleen saadaan

$$(12) \quad \frac{p_t}{p_{t+1}} = \frac{m_{t+1} - g_t}{m_t}.$$

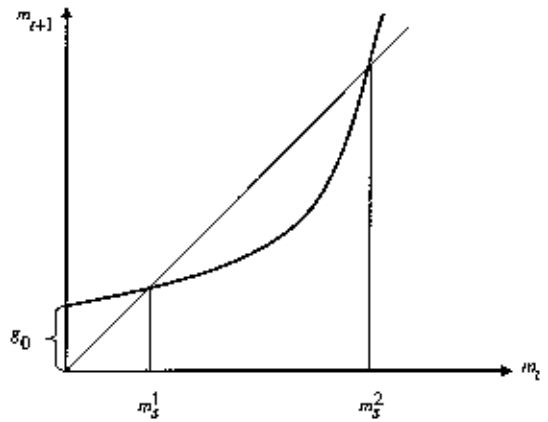
Ottaen huomioon, että tasapainossa $m_t^d = m_t$, saadaan seuraava täydellisen ennakkotietämyksen tasapainossa toteutuva epälineaarinen differentiaaliyhtälö reaalikassoille

$$(13) \quad m_{t+1} = m_t^2 + g_t.$$

Julkisten menojen ollessa joka periodi samat ($g_t = g_0$ kaikilla t) saadaan kuvioon 7 piirretty vaihekuvio.¹⁷ Kun julkiset menot ovat g_0 , on mallissa kaksi stationääristä tasapainoa m_s^1 ja m_s^2 , joista ensimmäinen on stabiili ja toinen epästabiili. Ratkaisemalla stationääriset tilat yhtälöstä (13), on helppo nähdä, että molemmat tilat ovat olemassa vain jos $0 < g_0 < 1/4$. On myös selvää, että $m_s^1 < 1/2$ ja $m_s^2 > 1/2$.

¹⁷ Jos $g = 0$, niin mallin vaihekuvio on sama kuin edellisen luvun 3. kuviossa.

Kuvio 7.



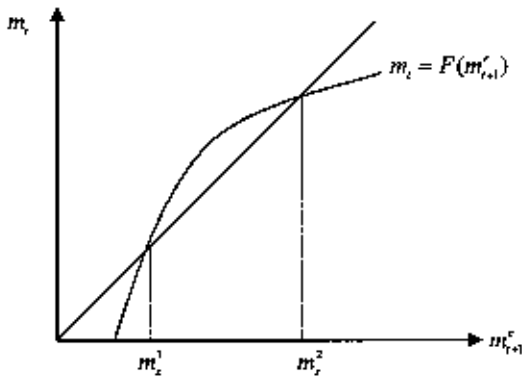
Vaikka olen tässä esimerkissä käyttänyt erityistä hyötyfunktioita, niin esitetyn analyysin tulokset pätevät myös tilanteessa, jossa hyötyfunktioit ovat yleisemmät kuin yllä.

Stationäärisessä tilassa pätee $\pi = m/(m-g)$, jossa inflaatiovauhdin ja reaalikassojen välillä on käänteinen riippuvuus kaikille positiivisille g :n arvoille. Vaihekuviolon kulmakerroin stationäärisessä tilassa on $\partial m_{t+1} / \partial m_t (m_t = m) = 2m$. Tällöin julkisen vallan budjettivajeen lisäys, jolloin taloudessa liikkeessä oleva rahamäärä kasvaa, vähentää inflaatiota stabiilissa tasapainossa (m_s^1).¹⁸ Tulos on paradoksaalinen ja asettaa osittain kyseenalaiseksi stabiilin tasapainon »järkevyyden» tässä mallissa. Odottaisihan empiirisen todistusaineiston perusteella inflaation ja liikkeessä olevan rahamäärän korrelaation olevan selvästi positiivinen.

Seuraavassa luovutaan täydellisen ennakkotietämyksen oletuksesta. Johdetaan ensin lyhyen tähtäimen tasapaino (»temporary equilibrium»), jossa nykyhetken reaalikassat ratkaisu-

¹⁸ Kokonaisdifferentioimalla yhtälön (13) stabiilissa stationäärisessä tilassa saa $dm/dg = 1/(1-2m_s^1)$. Koska $2m_s^1 < 1$, niin $dm/dg > 0$, josta seuraa $d\pi/dg < 0$.

Kuvio 8.



taan reaalikassaodotusten funktiona. Voimme ratkaista yhtälön (13) m_t :lle m_{t+1}^e :n funktiona, jolloin saadaan

$$(14) \quad m_t = (m_{t+1}^e - g_0)^{1/2} \equiv F(m_{t+1}^e).^{19}$$

Annetulle reaalikassojen odotukselle yhtälöstä (14) voidaan ratkaista lyhyen tähtäimen tasapaino reaalikassoille. Yhtälö (14) on kuvattu kuvioon 8, joka on sama kuin kuvio 7, mutta akselit ovat vain vaihtaneet paikkaa ja tulevien reaalikassojen tilalla ovat niiden odotukset.

Esimerkkinä odotusten muodostamisesta ja oppimisesta oletetaan, että taloudenpitäjät muodostavat odotuksensa seuraavalla tavalla

$$(15) \quad \begin{aligned} m_{t+1}^e &= m_t^e + \alpha_t(m_{t-1} - m_t^e) \\ &= m_t^e + \alpha_t[F(m_t^e) - m_t^e]. \end{aligned}$$

(15) voidaan tulkita siten, että taloudenpitäjät uskovat talouden olevan stationäärisessä ti-

¹⁹ Taloudenpitäjä muodostaa odotuksensa seuraavan periodin hintatasosta, jolloin seuraavan periodin reaalikassan arvo on myös epävarma. Malli, jossa perustavanlaatuisen epävarmuus koskettaa p_{t+1} :tä, redusoituu reaalikassoille kirjoitettuna yhtälöön (14).

lassa, jonka tarkkaa arvoa he eivät tiedä.²⁰ He estimoivat tätä tuntematonta arvoa käyttäen aikaisemmin toteutuneita reaalikassojen arvoja. (15):n mukaan taloudenpitäjät muuttavat odotuksiaan adaptiivisella tavalla. α_t :stä tehdään seuraavat oletukset

$$0 < \alpha_t \leq 1 \text{ ja } \sum_{t=1}^{\infty} \alpha_t = +\infty.$$

Esimerkiksi $\alpha_t = t^{-1}$ ja $\alpha_t = \alpha$ ($0 < \alpha < 1$) kaikilla t täyttävät nämä oletukset. Ensimmäinen näistä esimerkeistä vastaa otoskeskiarvon laske- mista menneistä havainnoista.²¹ Tämä keskiarvo on luonteva estimaattori tuntemattomalle va- kiolle. Toinen tapaus, jossa $\alpha_t = \alpha$ ja m_{t-1} :n paikalle yhtälöön (15) on kirjoitettu m_t , on tuttu adaptiivisten odotusten tapaus.

Oletetaan seuraavassa, että $\alpha_t = \alpha$. Tarkastelemalla yhtälöä (15) kuvion 8 avulla, voidaan nähdä, että jos $m_0 \in (m_s^1, m_s^2)$ tai jos $m_0 > m_s^2$, niin m_{t+1}^e konvergoituu kohti m_s^2 :ta. Jos taas $m_0 < m_s^1$, niin m_{t+1}^e konvergoituu kohti nollaa. Voi osoittaa, että tämä tulos pätee myös kaikille ylläku- vatuille oppimisalgoritmeille. Näin ollen näh- dään, että oppimistasapainossa stationäärinen tila, jossa reaalikassat ovat suuremmat, on stabiili. Tilanne on päinvastainen kuin täydellisen ennakkotietämyksen tasapainossa. Tässä tasa-

²⁰ Saattaa näyttää oudolta, että oppimisalgoritmissa (15) ei esiinny ollenkaan kauden t reaalikassoja, m_t , vaikka tämä havainto on jo taloudenpitäjien käytettävissä. Jos m_t :tä käytettäisiin yhtälössä (15), olisi oppimisalgoritmi implisiittinen yhtälö m_{t+1}^e :lle ja siten mahdollisesti työläämpi käsitellä. Useissa tapauksissa sillä käytetäänkö algoritmissa m_t :tä vai m_{t-1} :tä ei ole merkitystä; yksityiskohdista ks. myös Evans ja Honkapohja (1995).

²¹ Tämän voi nähdä soveltamalla yhtälöä (15) tois- tamiseen (siis kirjoittamalla yhtälöt m_t^e :lle, m_{t-1}^e :lle j.n.e.) ja lopuksi ratkaisemalla m_{t+1}^e havaittujen reaali- kassojen funktiona.

painossa julkisen vallan budjettivajeen kasvataminen lisää inflaatiota, kuten ehkä on luontevaa odottaa.

Toinen tapa katsoa oppimismekanismeja ns. odotuksellinen stabiiliteetti (»expectational (E) stability»), joka voidaan formuloida seuraavana differentiaaliyhtälönä

$$(16) \quad \frac{d\phi}{d\tau} = T(\phi) - \phi,$$

jossa ϕ on mielenkiinnon kohteena oleva parametri tai muuttuja (tai niiden vektori), jonka arvon he haluavat oppia ja ennustaa. τ kuvaa fiktiivistä aikaa. $T(\phi)$ on kuvaus taloudenpitäjien ennakoimasta muuttujan arvosta talouden todellisuuteen. Esimerkiksi T voi olla kuvaus taloudenpitäjien hintaodotuksesta tasapainossa toteutuvaan hintaan.

Jos ϕ on ainoastaan yksi muuttuja ja sen stationäärinen tila (rationaalisten odotusten tasapaino) on $\bar{\phi}$, niin silloin stabiilisuusehto yo. differentiaaliyhtälölle on $T'(\bar{\phi}) - 1 < 0$.

Kuvaus F yllä voidaan tulkita tällaiseksi T -kuvaukseksi. Olkoon $g_0 = 3/16$, jolloin saadaan $m_s^1 = 1/4$ ja $m_s^2 = 3/4$. Voidaan laskea $F'(\phi) = \frac{1}{2(\phi - g_0)^{1/2}}$. Nähdään, että $F'(3/4) = 2/3 < 1$ ja

$F'(1/4) = 2 < 1$, joten m_s^2 on stabiili stationäärinen tasapaino.

Oppimisteoriaa on jo kehitetty melko paljon. On vielä epäselvää, kuinka hedelmälliseksi tämä tutkimussuuntaus osoittautuu ennen kaikkea soveltavassa tutkimuksessa. Idean sovelluksia makrotaloustieteessä ei ole vielä kovin paljon olemassa. Yksi esimerkki on *Sargent* (1999), joka soveltaa oppimismekanismeja selittäessään Yhdysvalloissa 1980-luvun alusta lähtien vallinnutta alhaista inflaatiota. Erityisesti hän tarkastelee rahapolitiikan viranomaisen oppimiskäyttäytymistä.²²

8. Numeeriset ratkaisut

Santos katsastaa dynaamisten mallien numeerisia ratkaisumenetelmiä. Hän lähtee liikkeelle tutusta optimaalisesta kasvuprobleemasta (ks. OK-probleema yllä). Hän keskittyy eri laskualgoritmiin tarkkuuteen ja tehokkuuteen. Jos luki on jo laskennallisten mallien asiantuntija, on tämä luku mielenkiintoinen ja hyödyllinen. Mutta jos on diletantti, niin on parasta aloittaa tutustuminen laskettaviin malleihin esimerkiksi *Marimonin* ja *Scottin* (1999) toimittamasta teoksesta tai *Juddin* (1998) kirjasta.

9. Johtopäätöksiä

Johtopäätökseni makrotaloustieteen nykytilasta ovat: yleinen tasapainomalli osana makrotaloudellisia malleja on laajalti hyväksytty, laskettavat mallit ovat tärkeitä, rationaalisten odotusten käsite on saamassa vakavan haastajan, perinteinen erottelu suhdannevaihteluiden (talouden lyhyen ajan vaihtelut) ja kasvun (pitkän ajan kehitys) teorioihin on hämärtyntä tai jopa kokonaan poistunut, ja disaggregoitujen havaintojen merkitys makrotaloustieteessä on tulossa keskeisemmäksi.

Makroteorian opetukselle haluaisin propagoida seuraavaa. Koska tietotekniikan kehitys on niin nopeaa, on aika selvää, että laskettavat mallit tulevat yhä tärkeämmiksi välineiksi myös taloustieteen sovelluksille, mm. päätöksenteon apuna. Näin ollen niiden opetus olisi aloitettava jo aineopintojen (cum laude) tason makroteorian kurssilla.²³

²² Ekonometrisen Seuran 8. maailmankongressi (11.–16.8.2000) antoi viitteitä siitä, että tutkimustyö oppimisdynamiikassa on melko vilkasta.

²³ Varhainen esimerkki tällaisesta lähestymistavasta on *Millerin* ja *Uptonin* (1986) oppikirja.

Kirjallisuus

- Baxter, M. ja R.G. King (1994): Measuring business cycles: approximate band-pass filters for economic time series. Manuscript, University of Virginia.
- Christiano, L.J. ja T.J. Fitzgerald (1998): The business cycle: It's still a puzzle. *Economic perspectives* 22. Federal Reserve Bank of Chicago. 4, s. 56–83.
- Cooley, T.F. ja E.C. Prescott (1995): Economic Growth and Business Cycles. Sivut 1–38 teoksessa T.F. Cooley (ed.) *Frontiers of Business Cycle Research*. Princeton University Press 1995.
- Edelberg, W., M. Eichenbaum ja J.D.M. Fisher (1999): Understanding the Effects of a Shock to Government Purchases. *Review of Economic Dynamics* 2, 166–206.
- Epstein, L.G. ja S.E. Zin (1991): Substitution, Risk Aversion, and the Temporal Behavior of Consumption and Asset Returns: An Empirical Analysis. *Journal of Political Economy* 99, 263–286.
- Evans, G.W. ja S. Honkapohja (1995): Increasing Social Returns, Learning, and Bifurcation Phenomena. Sivut 216–235 teoksessa A. Kirman ja M. Salmon (ed.) *Learning and Rationality in Economics*. Blackwell 1995.
- Fisher, J.D.M. (1999): The new view of growth and business cycles. *Economic perspectives* 23. Federal Reserve Bank of Chicago. 1, s. 35–56.
- Freeman, S. (1996): Equilibrium Income Inequality among Identical Agents. *Journal of Political Economy* 104, 1047–1064.
- Hall, R.E. (1999): Economic Fluctuations and Growth. *NBER Reporter*. Fall 1999.
- Honkapohja, S. (1996): Makroteorian mullistukset viimeisten 60 vuoden kuluessa. *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 92, 389–397.
- Jones, C.I. (1998): *Introduction to Economic Growth*. Norton, New York.
- Judd, K.L. (1998): *Numerical Methods in Economics*. MIT Press, Cambridge, MA.
- Kaldor, N. (1961): Capital Accumulation and Economic Growth. Sivut 177–222 teoksessa F.A. Lutz ja D.C. Hague (toim.) *The Theory of Capital*. S.t. Martin's Press.
- Koopmans, T.C. (1957): *Three Essays on the State of Economic Science*. McGraw-Hill, New York.
- Koskela, E. (1996): Talouspoliittisen ajattelun muuttuminen 1930-luvulta nykypäivään. *Kansantaloudellinen aikakauskirja* 92, 398–409.
- Marimon, R. ja A. Scott (ed.) (1999): *Computational Methods for the Study of Dynamic Economies*. Oxford University Press. Oxford.
- Miller, M.H. ja C.W. Upton (1986): *Macroeconomics. A Neoclassical Introduction*. The University of Chicago Press. Chicago.
- Nelson, C.R. ja C.I. Plosser (1982): Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series: Some Evidence and Implications. *Journal of Monetary Economics* 10, 139–162.
- Prescott, E.C. (1998): Needed: A Theory of Total Factor Productivity. *International Economic Review* 39, 525–551.
- Romer, P. (1989): Capital Accumulation in the Theory of Long-Run Growth. Sivut 51–127 teoksessa Barro, R.J. (toim.), *Modern Business Cycle Theory*. Basil Blackwell 1989.
- Rudebusch, G.D. (1999): Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series: A Reexamination. Sivut 169–193 teoksessa Diebold, F.X. ja G.D. Rudebusch, *Business Cycles. Duration, Dynamics and Forecasting*. Princeton University Press 1999.
- Sargent, T.J. (1999): *The Conquest of American Inflation*. Princeton University Press. Princeton.
- Solow, R.E. (1956): A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics* 70, 65–94.