

Estimoitu yleisen tasapainon malli ennustekäyttöön



*Elisa Newby
ekonomisti
rahapolitiikka- ja
tutkimusosasto*

Talousennusteilla pyritään tukemaan taloudenpitäjien päätöksentekoa luomalla johdonmukainen kuva talouden nykyhetkestä ja tulevaisuudennäköistä. Suomen Pankin keskeisenä ennustetyökaluna on vuodesta 2004 lähtien ollut Aino-malli¹. Mallia käytetään ennusteessa kokoavana välineenä. Aino-mallin uusi estimoitu versio otettiin ennustekäyttöön maaliskuun 2010 ennusteessa. Tässä artikkelissa kuvataan sekä mallin piirteitä että mallin hyödyntämistä ennusteiden laadinnassa.



*Jukka Railavo
ekonomisti
rahapolitiikka- ja
tutkimusosasto*

Suhdannevaihteluiden kuvaaminen yleisen tasapainon malleilla

Kehittyneissä talouksissa esiintyy suhteellisen säännöllisiä suhdannevaihteluita, eli heilahteluita talouden trendikasvun ympärillä. Nämä heilahtelut saavat alkunsa sokeista, usein impulssimaisiksi kuvatuista häiriöistä, jotka välittyvät talouteen joko nopeasti tai vasta viiveen jälkeen. Yksittäisen sokin vaikutus talouteen on tyyppisesti lyhytkestoinen. Jos talouteen ei kohdistu uusia häiriöitä, sokin vaikutus lievenee ajan kuluessa ja talous palaa alkuperäiseen tasapainoon. Yleisen tasapainon mallit, kuten Aino-malli, on kehitetty etenkin suhdannevaihteluiden analysointiin.

Taloustieteen koulukunnat korostavat eri tekijöitä sokkien ja suhdannevaihteluiden aiheuttajina. Ns. reaalistien suhdannevaihteluiden teoriaa näkee teknisen kehityksen kasvuvauhdin vaihtelut suhdannevaihteluiden keskeisenä lähteenä. Taloushistoria tarjoaakin runsaasti esimerkkejä siitä, kuinka merkit-

tävät keksinnöt, kuten vaikkapa mikro-tietokone, ovat lisänneet tuottavuutta ja näin antaneet positiivisen ja pitkäkestoisen kasvusysäyksen taloudelle.

Talouden tuotantokykyyn vaikuttavien innovaatioiden ohella myös talouden kysyntäpuolen heilahtelut aiheuttavat suhdannevaihteluita. Esimerkiksi valuuttakurssien tai kuluttajien makutottumusten muutokset vaikuttavat talouden kysynnän rakenteeseen ja käynnistävät sopeutusprosesseja, jotka voivat näkyä suhdannevaihteluna. Osa sokeista, kuten koron tai veroasteen ennakoimattomat muutokset, ovat sekä mitattavissa että havaittavissa olevia muutoksia, mutta suurin osa talouden sokeista, esimerkiksi preferenssisokit, ovat havaitsemattomia muuttujia, eikä niitä tai niiden vaikutuksia voida suoraan mitata. Moderneilla yleisen tasapainon malleilla voidaan kuitenkin tutkia myös havaitsemattomia sokkeja ja niiden vaikutusten välittymistä talouden eri sektorista toiseen. Tilastollisten menetelmien ja ohjelmistojen kehittyminen on mahdollistanut näiden sokkien kvantitatiivisen analysoinnin ja numeerisen havainnollistamisen. Yksi esimerkiksi tällaisesta harjoitelmasta esitetään tämän kappaleen lopussa.

Yleisen tasapainon malleille on tyyppistä, että sokeilla on sekä suoria että välillisiä vaikutuksia reaaliuuttujiin tai suhteellisiin hintoihin. Jos esimerkiksi kotimaassa palkat nousevat yllättäen, yritysten tuotantokustannukset kasvavat. Palkankorotusten välitön seuraus on kustannustason nousu ja sitä seuraava hintojen nousupaine. Jos samanaikaisesti palkat muualla maailmassa pysyvät muuttumattomina, suomalaisten yritys-

¹ Aino-malli on esitelty Juha Kilposen, Antti Ripatin ja Jouko Vilmusen artikkelissa ”Aino – Suomen Pankin uusi dynaaminen yleisen tasapainon malli Suomen taloudesta”. Euro & talous 3/2004.

ten kilpailukyky heikkenee. Suuri suhteellinen palkkojen nousu kotimaassa saattaa johtaa siihen, että suomalaisyritykset siirtävät tuotantoaan ulkomaille. Palkkojen nousun välillinen vaikutus tuotantorakenteeseen saattaa kokonaisuudessaan olla talouden kannalta merkittävämpi kuin palkkojen nousun välitön kustannusvaikutus.

Alkuperäinen Aino-malli edelleen tärkeä finanssipolitiikan analysoinnissa

Vuonna 2004 käyttöön otettu Aino-malli rakennettiin analysoimaan niitä finanssipoliittisia kysymyksiä, jotka liittyvät väestön ikärakenteen muutokseen, eläkeläisten osuuden kasvuun ja tästä aiheutuviin finanssipolitiikan haasteisiin. Tämän lisäksi mallia on käytetty kokonaistaloudellisen ennusteen kokoaivana työvälineenä sekä tuotettaessa vaihtoehtoisia ennusteuria.

Mallissa taloudenpitäjän elinkaari koostuu työelämässä vietetystä ajasta, jossa kerrytetään säästöjä eläkevuosia varten, sekä eläkeajasta, jossa kulutus rahoitetaan eläkevuotoisilla tulonsiirroilla, säästöillä ja pienessä määrin työnteolla. Julkinen sektori on mallinnettu siten, että keskeiset verot ja tulonsiirrot on jaettu kohtaannoltaan työikäisten ja eläkeläisten kesken. Työeläkelaitokset ja työeläkejärjestelmä on mallinnettu samankaltaisena kuin Suomessa on käytössä eli osittain rahastoina järjestelmänä.

Aino-mallin avulla on analysoitu erilaisia tapoja rahoittaa väestön ikääntymisen aiheuttamat eläkemenot ja julkiset menot. Malli pystyy ottamaan huomioon näiden rahoituskeinojen

välilliset vaikutukset talouden kehitykseen, kuten eläkemaksujen kasvun vaikutuksen kotitalouksien työn tarjontaan. Välilliset vaikutukset ovat selvästi aiemmin arvioituja voimakkaampia ja tarkentavat siten kuvaa väestön ikääntymisen aiheuttamista julkisen talouden haasteista.²

Keskeinen välillinen vaikutus liittyy eläkemaksujen veroluonteisuuteen. Eläkemaksut ovat käyttäytymisvaikutuksiltaan tuloverojen kaltaisia ja eläkkeet tulonsiirtojen kaltaisia. Työeläkemaksujen suureneminen supistaa työn tarjontaa ja hidastaa sitä kautta eläkemaksujen kertymistä. Aino-mallilla tehtyjen laskelmien mukaan työntarjontavaikutus luo usean prosenttiyksikön suuruisen lisärasitteen työeläkemaksuihin, mikäli työeläkejärjestelmän jakoperusteet pidetään nykyisen kaltaisina.

Yksi mielenkiintoinen talouspoliittisen tarkastelun tulema on myös se, että suurten ikäluokkien eläkkeelle siirtymisestä johtuva eläkemaksutaakkaa kannattaa tasata yli ajan käyttäen puskurina kartutettuja työeläkevaroja. Tasoituksen vuoksi vääristymien kokonaismäärä jää pienemmäksi kuin tilanteessa, jossa ajallista tasaamista ei tehtäisi.³

Aino-mallia on käytetty myös muihin talouden rakenteita kuvaaviin tutkimuksiin ja selvityksiin kuin finanssipolitiikan analysoimiseen. Kilpailun merkitys hyödyke- ja työmarkkinoilla

² Kilponen, J. – Kinnunen, H. – Ripatti, A. (2006) Population ageing in a small open economy – some policy experiments with a tractable general equilibrium model. Suomen Pankin keskustelualoitteita 28/2006.

³ Kinnunen, H. (2008) Government funds and demographic transitions – alleviating ageing costs in a small open economy. Suomen Pankin keskustelualoitteita 21/2008.

oli ensimmäisiä tutkimusteemoja Aino-mallin valmistumisen jälkeen.⁴ Mallilla pystytään tarkastelemaan yrityksen hinnoittelumarginaalinen kehitystä ja näiden marginaalien muutosten vaikutusta talouteen. Työmarkkinoiden kilpailullisuus voidaan yhdistää palkkojen muodostukseen ja maailmantalouden kehitykseen ja siten tarkastella Suomen hintakilpailukyyn merkitystä viennille ja talouskasvulle.⁵

Estimoidun Aino-mallin rakenne

Uusi, estimoitu Aino-malli noudattaa rakenteeltaan tuotannon osalta hyvin pitkälle alkuperäistä Aino-mallia. Mallin rakennetta on rikastettu inflaation ennustamista silmällä pitäen.

Kotitalouksien elinkaaren kuvausta mallissa on yksinkertaistettu, jotta mallin käyttö ennustamisessa olisi suoriivaisempaa. Kotitalouksien elinkaaresta on poistettu eläkkeelläolon jakso. Sen sijaan kotitalouksien kulutuskäyttäytymistä on rikastettu ns. tapainmuodostuksella (habit formation). Tapainmuodostus tarkoittaa kuluttajien pyrkimystä pitää kiinni tavaksi muodostuneesta kulutuskäyttäytymisestä. Tämä ilmenee mm. siinä, että esimerkiksi tulojen supistuessa yllättäen kotitaloudet eivät välittömästi sopeuta kulutustaan vastaamaan muuttuneita tulonäkymiä. Tämä luo koko talouden tasolla mitattavaan kulutukseen hidasliikkeisyyttä, joka on tavanomaista, äkilliset kulutus-

tason muutokset sallivaa mallinnustekniikkaa paremmin sopusoinnussa havaintojen kanssa.

Palkanmuodostus on mallissa oletettu jäykäksi siten, että vaikka palkkoihin tehdään säännönmukainen, mekaaninen inflaatiokorjaus, palkat neuvotellaan vain keskimäärin kahden vuoden välein.⁶ Tämä yhdessä työn tarjonnan monopolivoiman kanssa johtaa tehottoon, aja mittaamaan vaihtelevaan työvoiman käytön rajoittamiseen.

Yksi tärkeä muutos alkuperäiseen Aino-malliin on aiempaa täsmällisempi tapa mallintaa Suomea pienenä osana euroaluetta. Mallissa erotellaan euroalueen ja muun maailman rahoitusmarkkinat toisistaan. Taloudenpitäjät voivat tehdä sijoituksia euroalueen ja muun maailman rahoitusmarkkinoille. Keskeinen ero näiden välillä on luonnollisesti se, etteivät euroalueen sisällä tehtäviin sijoituksiin eivät vaikuta muutokset valuuttakursseissa. Sijoittajat haluavat korvauksen myös sijoituksiin liittyvälle riskille. Tätä korvausta kuvataan mallissa riskipalkkiolla. Suomeen kohdistuviin sijoituksiin liittyvän riskipalkkion oletetaan riippuvan Suomen ulkomaisesta nettovelasta.⁷ Näin riskipalkkio ei ole riippuvainen siitä, miltä valuutta-alueelta sijoitus on peräisin. Lisäksi Suomen oletetaan olevan niin pieni osa euroaluetta, ettei Suomen talouskehityksellä ole vaikutusta koko euroalueen talouskehitykseen eikä

⁴ Kilponen, J.– Ripatti, A. (2006) Labour and product market competition in a small open economy – Simulation results using a DGE model of the Finnish economy. Suomen Pankin keskustelualoitteita 5/2006.

⁵ Railavo, J. – Rantala, A. – Ripatti, A. (2008) Suomen viennin odottamattomat vaihtelut, palkat ja kokonaistaloudellinen kehitys: Laskelmia Aino-mallilla. BoF Online 6/2008.

⁶ Keskimääräinen palkkasopimusten aikaväli on parametri, joka estimoidaan tilastoaineistosta käyttäen hyväksi mallin rakennetta.

⁷ Tämä on sopusoinnussa sen viimeaikaiseen euroalueen kriisiin liittyvän havainnon kanssa, että vaihtotaseen alijäämä korreloi kunkin maan julkisen velan korkopalkkion kanssa.

siten myöskään euroalueen rahapolitiikkaan.

Yritys- ja tuotantosektoria on estimoidussa Aino-mallissa kehitetty siten, että malli on paremmin sopusoinnussa tilastollisen datan – erityisesti inflaation – kanssa. Mallin tuotantorakenne rajoittuu edelleen yhteen kotimaassa tuotettuun edustavaan hyödykkeeseen. Hyödyke hinnoitellaan monopolistisen kilpailun mukaisesti, ja hinnoitteluun liittyy jäykkyyksiä samaan tapaan kuin työmarkkinoilla. Tätä kotimaista välituotehyödykettä käytetään yhdessä tuontihyödykkeiden kanssa tuottamaan kulutus-, investointi- ja vientihyödykkeitä. Vientirytykset ovat isoja, ja niillä on erikoistumisen tuomaa hinnoitteluvoimaa kansainvälisillä markkinoilla.

Kulutustavaroiden tuotannossa mallissa yhdistetään kolmea eri tuoteryhmää: kotimaisia välituotteita, tuonti- ja kulutushyödykkeitä ja tuotuja öljyperäisiä energiatuotteita. Kotimaiset välituotteet ja tuontihyödykkeet ovat voimakkaasti korvattavissa toisillaan. Lisäksi tuontihyödykkeiden hinnanmuodostus on jäykkää, mistä syystä maailmanmarkkinahintojen muutokset välittyvät kotimaiseen inflaatioon hitaasti. Voimakkaasta korvattavuudesta seuraa, että koti- ja ulkomaisten suhteellisten hintojen muutos näkyy kysynnän huomattavana siirtymisenä kotimaisten ja ulkomaisten kulutushyödykkeiden välillä. Mallissa tätä kanavaa rajoittavat kulutustavaroiden tuontiasteen muuttamiseen liittyvät kustannukset. Öljyperäisten tuotteiden tilanne on hyvin erilainen. Ensinnäkin öljyperäisiä tuotteita, kuten liikenteen polttoaineita, on lyhyellä aikavälillä vaikea

korvata muilla tuotteilla. Toiseksi öljyn maailmanmarkkinahinnan muutokset välittyvät hyvin nopeasti kotimaisiin öljytuotteiden hintoihin. Suhteellista muutosta kuitenkin hieman vaimentaa senttipohjainen polttoainevero. Tämän rakenteen vuoksi mallin pitäisi pystyä ennustamaan tarkemmin, miten öljyn hinnanmuutokset välittyvät kotimaiseen talouteen kuluttajahintainflaation kautta.

Julkinen sektori on edelliseen Aino-mallin versioon verrattuna suppeampi jo sen vuoksi, ettei kotitalouksien maksamien verojen ja tulonsiirtojen osalta jakoa työntekijöihin ja eläkeläisiin enää ole. Kuitenkin keskeiset verot, kuten tulovero, yhteisövero ja välilliset verot, ovat osana julkisen talouden budjettirajoitetta. Tulonsiirrot ovat verottomia ja siten könttäsummaisia, eivätkä ne mallissa vaikuta kotitalouksien käyttäytymiseen. Julkinen kulutus jaetaan myös kahteen osaan. Ensimmäinen osa ovat julkiset ostot, joilla tarkoitetaan sitä osaa julkisista menoista, joissa tuottajana on yksityinen sektori. Toinen osa on julkisen sektorin oma tuotanto. Julkisen sektorin oma tuotanto syntyy julkisesta työllisyydestä. Julkisen sektorin työllisyyden vaihteluilla on huomattava merkitys työvoimamarkkinoihin ja sitä kautta koko talouteen.

Malli ennusteen apuvälineenä

Aino-mallia käytetään politiikka-analyysin lisäksi myös ennusteen apuvälineenä ja vaihtoehtoisten ennusteurien laskemisessa. Suomen Pankki oli Englannin pankin jälkeen ensimmäinen keskuspankki, joka otti käyttöön

dynaamisen stokastisen yleisen tasapainon mallin (DSGE) ennustekäyttöön.

Ennustekäytössä mallin laskemaa ennusteen tulemaa sopeutetaan mallin ulkopuolisen tiedon – harkinnan – pohjalta. Varsinainen julkaistu ennusteen tulema ei siis koskaan ole mekaaninen malliennuste, vaan pohjautuu harkintaan, jossa hyödynnetään sekä mallia että mallin ulkopuolista informaatiota. Malli auttaa tämän ulkopuolisen tiedon kokonaistaloudellisen merkityksen arvioinnissa eli sen huomiointamisessa johdonmukaisella tavalla.

Alkuperäisen Aino-mallin epälineaarisuuden takia havaitsemattomien muuttujien lähtötaso vaikutti olennaisesti ennusteen tulemaan. Ennustetekniikat ovat kehittyneet voimakkaasti ja mahdollistavat nykyisin rikkaammat ja tehokkaammat tavat ennustaa ja hyödyntää mallia ennustamisessa kuin vielä Aino-mallin käyttöönoton yhteydessä vuonna 2004.

Ennusteeseen liittyvää suurta kvalitatiivista epävarmuutta pyritään kuvaamaan vaihtoehtolaskelmien avulla. Nämä eivät olisi johdonmukaisina laskelmina mahdollisia ilman kokonaistaloudellista mallia. Yhtäältä malli ohjaa systemaattisesti pohtimaan taloudessa vallitsevan epävarmuuden lähdettä, ja toisaalta se kertoo varsin kattavasti tästä epävarmuudesta seuraavat kokonaistaloudelliset vaikutukset. Mallin avulla voidaan myös ymmärtää muuttujien eri vaikutuskanavia ja niiden keskinäistä voimakkuutta kokonaistaloudellisten vaikutusten arvioinnissa.

Uusi, estimoitu Aino helpottaa ennusteen laadintaa ja ennustevirheiden analysointia

Uuden, estimoidun Aino-mallin vahvuudet liittyvät ennustamiseen. Ensinnäkin mallin rakenne on lineaarinen⁸. Toiseksi lineaarisuus mahdollistaa ennustamista helpottavien menetelmien käytön. Esimerkiksi havaitsemattomien muuttujien laskenta yksinkertaistuu ja automatisoituu. Kolmas lineaarisuuteen liittyvä seikka on, että mallin parametrit voidaan estimoida käyttäen hyväksi ns. bayesilaisia estimointimenetelmiä.⁹

Dynaamisissa makromalleissa taloudenpitäjät reagoivat talouden häiriöihin optimaalisten käyttäytymissääntöjen mukaisesti. Malli on kuvaus tästä taloudenpitäjien käyttäytymisestä. Kun mallin rakenne on kiinnitetty ja sen parametriarvot tiedetään, lineaarisen mallin häiriöt voidaan laskea historiallisesta aineistosta ns. Kalman-suotimen avulla. Häiriöprosessit voidaan liittää talouden ilmiöihin, kuten tekniseen kehitykseen, hintamarginaaliin tai kuluttajien haluun suosia ulkomaisia hyödykkeitä. Häiriöprosessit ovat ennustettavia hidasliikkeisyytensä vuoksi.

Harkinnan sisällyttäminen ennusteeseen onnistuu näiden häiriöprosessien avulla samalla, kun pystytään pitämään tiukasti kiinni mallin sisältämistä taloudenpitäjien käyttäytymissäännöistä. Jos esimerkiksi ennustaja uskoo talouden kasvun kiihtyvän tuottavuus-

⁸ Malli on log-linearisoitu deterministisen vakaan kasvun uran ympärillä. Mallin lineaarisuus seuraa siis approksimaatiosta.

⁹ Estimoinnissa käytetään hyväksi lähestymistapaa, jonka Smets ja Wouters ovat kehittäneet julkaisussaan ”An estimated stochastic dynamic general equilibrium model of the euro area”. Journal of the European Economic Association 1/2003.

den tavanomaista ripeämmän kasvun seurauksena, voidaan mallin teknisen kehityksen ennustetta korjata vastamaan tätä käsitystä. Koska teknisen kehityksen kasvuvauhti vaikuttaa useimpiin talouden suureisiin, tarvitaan mallia tämän kokonaistaloudellisen vasteen laskemiseen.

Eräs tyyppillinen tilanne ennustetta laadittaessa on, että kuluvan tai seuraavan neljänneksen talouskehityksestä on indikaattoritiedon valossa hyvin selkeä tilannekuva. Malli ei useinkaan tavoita tätä samaa tilannekuvaa, vaan se täytyy ohjata toteuttamaan se. Tällöin mallille voidaan antaa tilannekuva, ja malli itse valitsee sisäisen rakenteensa perusteella sen häiriöprosessien tuleman, joka toteuttaa tilannekuvan. Tähän valintaan voidaan luonnollisesti edelleen vaikuttaa. Mallin lineaarisuus mahdollistaa edellisen kaltaiset käyttötavat, jotka siten tehostavat ennustekäyttöä.

Sokkiprosessit Aino-mallissa

Yleisen tasapainon malliin valittujen sokkien määrä ja laatu riippuvat mallin käyttötarkoituksesta. Aino-mallin sokeista vain viisi liittyy mitattavissa oleviin havaittuihin muuttujiin, kuten öljyn hintasokkiin tai korkosokkiin, ja ne ovat kaikki ulkomaantalouden muuttujia. Muut sokit, kuten pääomaa säästävän teknisen kehityksen sokki tai viennin hintamarginaali, ovat havaitsemattomia.

Koska Aino-mallissa sokkeja on niin monta, niitä on järkevää ryhmitellä. Tätä tarkastelua varten sokit jaettiin viiteen luokkaan. Ryhmään teknologiasokit sisällytetään tekniseen kehitykseen vaikuttavat sokit. Nämä sokit joko

kohentavat tai heikentävät tuottavuutta vaikuttamalla tuotannontekijöiden kuten työvoiman, pääoman tai öljyn käytön tehokkuuteen. Hintasokkeihin luokitellaan hinta- ja palkkamarginaalit: kotimaisten ja tuotujen pääoma- ja kulutushyödykkeiden hintamarginaalit, vientihyödykkeiden hintamarginaalit ja palkkamarginaalit. Kolmanteen ryhmään kuuluvat eksogeeniset, kansainvälisestä talouskehityksestä Suomeen leviävät ulkomaansokit, joita ovat öljyn hintasokki, raaka-aineiden hintasokki ja vientimarkkinoiden hintasokki. Poliittikasokkeihin kuuluvat korko- ja valuuttakurssimuutokset sekä julkiseen kulutukseen ja verotukseen kohdistuvat finanssipolitiikan sokit. Preferenssisokkeihin lukeutuvat kuluttajien preferenssisokki sekä yritysten tuotannontekijöiden käyttöön vaikuttavat preferenssisokit. Näitä viimeksi mainittuja sokkeja voidaan luonnehtia parhaiten seuraavan esimerkin avulla. Aino-mallissa oletetaan, että esimerkiksi vientihyödykkeitä valmistavat yritykset käyttävät tuotantoprosessissaan sekä kotimaassa tuotettuja välihyödykkeitä että ulkomailta tuotuja raaka-aineita. Positiivinen raaka-aineiden preferenssisokki lisää vientiyritysten raaka-aineiden käyttöä suhteessa kotimaisiin välihyödykkeisiin. Tällöin raaka-aineiden tuonti Suomeen kasvaa ja kotimaisten välihyödykkeiden kysyntä vähenee. Preferenssisokit vaikuttavat myös suhteellisiin lopputuotehintoihin.

Esimerkki: taantumien tarkastelu Aino-mallin sokkiprosessien kautta

Uuden, estimoidun Aino-mallin ominaisuuksiin kuuluu se, että havaitut aika-

sarjat voidaan mallin kuvaamalla tavalla hajottaa sokkiprosesseiksi. Laskelma voidaan ratkaista myös toisin päin, jolloin malli kertoo eri sokkien vaikutuksen kuhunkin havaittuun muuttuajaan. Sokkeja painotetaan mallin kuvaamien vaikutuskanavien mukaisesti, joten painotetut sokit summautuvat alkuperäiseksi aikasarjaksi. Kolmen havaitun muuttujan – tuotannon, kulutuksen määrän sekä keskipalkkojen – neljännesvuosittainen muutos ja tämän muutoksen aiheuttaneet sokit vuodesta 2005 vuoteen 2010 käyvät ilmi oheisista kuvioista (Kuviot 1–3). Yhtenäinen käyrä kuvaa kunkin muuttujan muutosta edellisestä neljänneksestä.¹⁰ Kuvioiden pylväsdiagrammit puolestaan yksilöivät ne sokkiryhmit, jotka ovat vaikuttaneet havaittuun muuttuajaan. Jos sokki on kasvattanut muuttujaa, pylväs on vaaka-akselin positiivisella puolella. Jos sokki taas on vähentänyt muuttujaa, pylväs on akselin negatiivisella puolella. Näiden negatiivisten ja positiivisten alueiden nettosumma määrittelee muuttujan lopullisen kasvuvauhdin. Pylvään koko kertoo sokkiryhmän koon ja sen vaikutuskanavan yhteismäärän.

Sokkien vaikutukset eri muuttujiin poikkeavat toisistaan. Molempiin tarkasteltaviin reaaliomuuttujiin eniten vaikuttavat preferenssisokki, teknologiasokki ja ulkomaansokki. Hintasokki puolestaan vaikuttaa voimakkaasti keskipalkkoihin. Poliitikkasokit ovat vaikutuksiltaan pienempiä. Sokkihajoitelma kuvaa hyvin yleisen tasapainoteorian ominaispiirrettä, jossa esimer-

¹⁰ Kuvioissa musta yhtenäinen käyrä ilmaisee havaitun muuttujan logaritmisin muutoksen.

kiksi tuotannontekijöiden teknologiasokin vaikutus ei rajoitu vain tuotantoon vaan leviää kulutukseen ja muille talouden osa-alueille.

Vuoden 2008 aikana Yhdysvaltain asuntolainamarkkinoilta alkanut rahoitusmarkkinahäiriö syveni nopeasti globaaliksi talouskriisiksi. Suomeen kriisi välittyi kansainvälisen kaupan kautta. Vienti romahti 20 % vuonna 2009 ja sekä ulkomaille että kotimaahan suuntautuva tuotanto supistui 10 %. Bruttokansantuote väheni 8 % vuonna 2009.

Kokonaistuotanto romahti viennin vanavedessä (kuvio 1). Tuotanto supistui vuoden 2008 viimeisellä neljänneksellä negatiivisen teknologiasokin ja ulkomaisen sokin välityksellä. Näiden sokkien vaikutus jatkui vuoden 2009 ensimmäisen neljänneksen ajan mutta preferenssisokkina näkyvä heikko kysyntä hidasti tuotannon kasvua vuonna 2009. Ilman julkista kysyntää – elvytystoimia – kotimainen tuotanto olisi supistunut vieläkin enemmän.

Yksityinen kulutus alkoi puolestaan supistua jo vuoden 2008 toisella neljänneksellä, kun synkät talousuutiset säilyttivät kuluttajat (kuvio 2) ja preferenssisokin kontribuutio laski. Yksityinen kysyntä alkoi kasvaa jo vuoden 2009 puolivälissä. Raha- ja finanssipolitiikka kääntyivät yksityistä kulutusta tukeviksi 2008 lopulla, mikä näkyy positiivisena politiikkasokkina vuoteen 2010 asti. Öljyn raju hinnanlasku hidasti yksityisen kulutuksen laskuvauhtia vuonna 2009, mikä näkyy kuviossa 2 positiivisena ulkomaansokkina.

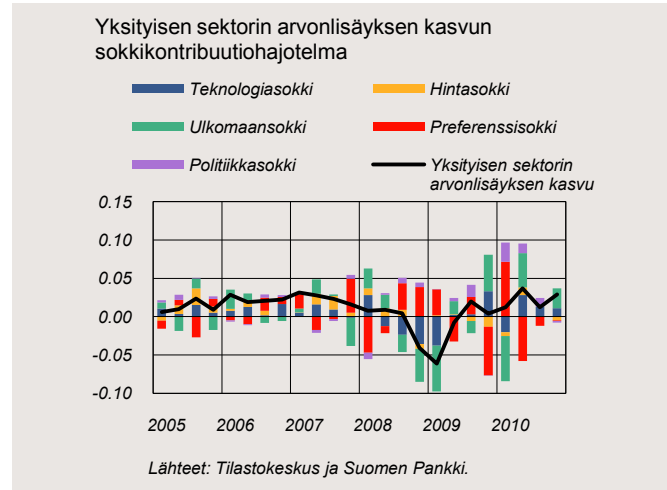
Kuviosta 3 näkyy kuinka työtuntia kohti mitattu keskipalkka reagoi hitaasti tuotannon romahtamiseen. Vuonna

2008 keskipalkka nousi liki 5 prosenttia ja palkkojen nousu hidastui vasta vuoden 2009 toisella neljänneksellä. Vielä vuoden 2009 alkupuolella hintasokkiluokkaan kuuluva palkkamarginaalisokki ajoi palkkoja voimakkaasti ylöspäin, mikä näkyy kuviossa 3 positiivisena hintasokkina. Teknologiasokki puolestaan hillitsi palkkojen kasvua. Poliitikkasokki, johon tarkastelujaksolla vaikuttaa lähinnä tuloverotuksen keventäminen, on systemaattisesti vaaka-akselin alapuolella ja hillitsee siten palkkojen nousua.

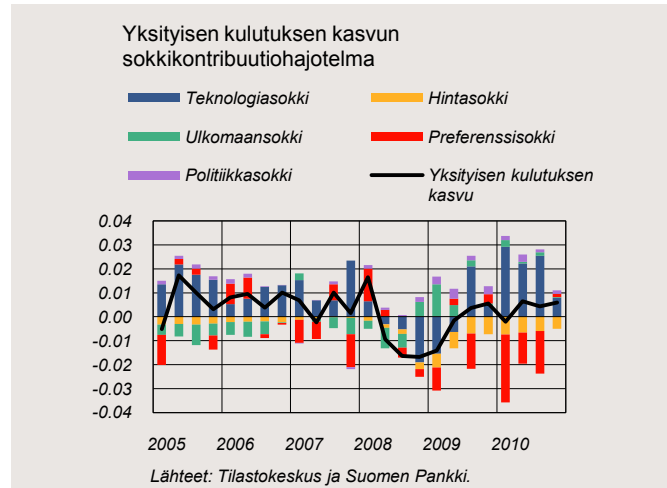
Sokkiryhvät voivat vaikuttaa reaaliuuttujiin eri tavoin (kuviot 1–3). Esimerkiksi vuosina 2008–2010 preferenssisokkien ryhmä vaikuttaa yksityiseen kulutukseen ja tuotantoon päinvastaisesti. Negatiivinen teknologiasokki puolestaan laskee sekä tuotantoa, kulutusta että palkkojakin.

Sokkiprosessien välityksellä kerrottu tarina päättyy samoihin johtopäätöksiin Suomen Pankin julkaisemien kokonaistaloudellisten ennusteiden kanssa, vaikka ennustejulkaisussa ei sokkiprosesseja kuvatulla tarkkuudella käsitelläkään. Malliennusteen sijasta etenkin ennusteen tuleman analysoinnissa ja kirjoittamisvaiheessa korostuu perinteinen ekonomistinäkemyks. Mallin käyttäjälle ja kehittäjälle kontribuutiohajotelmat antavat kuitenkin runsaasti lisäinformaatiota mallin toiminnasta. Hyvän esimerkin vastaavanlaisesta analyysistä ovat esittäneet Christiano, Motto ja Rostagno, jotka käyttävät sokkikontribuutiohajotelmaa vertaillakseen EKP:n ja Yhdysvaltain keskuspankin rahapolitiikkaa ja eri sokkien vaikutusta euroalueen ja Yhdysvaltain

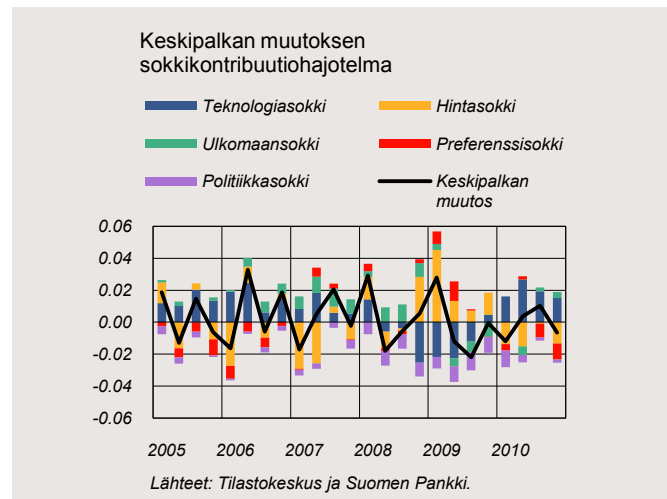
Kuvio 1.



Kuvio 2.



Kuvio 3.



talouskasvuun ajanjaksolla vuodesta 1999 vuoteen 2005.¹¹

Vanha ja uusi malli vastaavat eri käyttötarpeisiin

Aino-mallin uusi estimoitu versio otettiin ennustekäyttöön maaliskuun 2010 ennusteessa ja mallin käyttöä jatketaan Suomen Pankissa ennuste- ja analyysityössä. Lineaarinen malli mahdollistaa tässä artikkelissa esiteltyjen kaltaisten sokkiharjoitelmien tuottamisen myös ennustejakson vuosille, ja näiden harjoitelmien avulla voidaan perustella ennus-

¹¹ Christiano – Motto – Rostagno (2008) Shocks, structures or monetary policies? The Euro Area and US after 2001, *Journal of Economic Dynamics and Control*. Elsevier, vol. 32(8).

tetta nykyistä monipuolisemmin. Uusi malli ja helpommin yksilöitävät havaitsemattomat muuttujat mahdollistavat asiantuntija-arvioiden systemaattisemman käsittelyn ja paremman taloudellisen tulkinnan.

Aino-mallin vanha versio on jo korvattu ennustetyössä uudella, mutta vanhaa mallia käytetään yhä politiikkatyössä laajasti. Mallin finanssipolitiikan yksityiskohtaista kuvausta syvennetään entisestään, ja käyttö keskittyykin finanssipolitiikan analyysiin.

Asiasanat: hinnat, palkat, kustannukset, taloudellinen kasvu, rahateoria, inflaatio, suhdanneteoria, ekonometria