

OTDK-DOLGOZAT

Csortos Orsolya

MA

2013

PÉNZÜGYI VÁLSÁG... OLAJÁR-EMELKEDÉS...
KAMATEMELÉS?

FINANCIAL CRISIS... RISING OIL PRICES...
INTEREST RATE HIKE?

Csortos Orsolya

Kézirat lezárva: 2011. március 20.

Absztrakt

Dolgozatom témájának egy releváns gazdasági kérdést választottam, amely során arra kerestem a választ, hogy a világgazdasági recesszió után, egy újabb olajár-emelkedési időszak derekán a monetáris politika hogyan tudná megvalósítani elsődleges célját, azaz az árstabilitás fenntartását, s emellett hogyan tudná minél hatékonyabban támogatni a gazdasági fellendülést.

A dolgozat első fejezete igyekszik rávilágítani a téma relevanciájára, bemutatja, hogy az Európai Unióban miképp alakultak a főbb makrogazdasági változók, az energiaárak és a monetáris politika az elmúlt 10 évben. Majd azzal a céllal, hogy megválaszoljam az előbbi kérdést, építettem egy DSGE-modellt, s a második fejezetben bemutatom e modell magatartási egyenleteit, levezetését, egyensúlyi egyenleteit és az állandósult állapot kalibrálását. A következő fejezetben, a sztochasztikus sokkszimuláció során tanulmányozom, hogy miként hat egy beruházási sokk, egy importár sokk és egy monetáris politikai sokk egy stilizált gazdaságra.

A kérdés pontos megválaszolásának érdekében a negyedik fejezetben bemutatok egy olyan – a 2008-as gazdasági eseményeket illusztráló – válságból kilábaló stilizált gazdaságot, amelyet egy napjainkban is tapasztalható 10-20 százalék körüli olajár sokk ér. Dolgozatom zárásaképp pedig megvizsgálom, hogy ezen körülmények között milyen monetáris politika tudná hatékonyan támogatni az árstabilitás fenntartását és a gazdaság újbóli növekedését.

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés	1
1.1. Motiváció	1
1.2. A kérdés relevanciája	3
2. A modell bemutatása	8
2.1. Magatartási egyenletek	8
2.2. A modell levezetése	12
2.2.1. A fogyasztó problémájának megoldása	12
2.2.2. A vállalat problémájának megoldása	15
2.2.3. Az olajkereskedő problémájának megoldása	16
2.3. A modell egyensúlyi egyenletei	18
2.4. A modell log-linearizált egyenletei	20
2.5. Állandósult állapot és kalibrálás	23
3. Sztochasztikus sokk szimuláció	26
3.1. Beruházási sokk	26
3.2. Importár sokk	28
3.3. Monetáris politikai sokk	29
3.4. A modell tesztstatisztikái	30
3.4.1. GDP szórásával normált szórások	31
3.4.2. A változók autokorrelációja	31
4. Összetett sokkok elemzése	33
4.1. Pénzügyi válság	33
4.2. Olajár-emelkedés	35
4.3. Kamatemelés?	37
5. Összefoglalás	42

1. fejezet

Bevezetés

1.1. Motiváció

Dolgozatom témájának egy aktuális és releváns gazdasági kérdést választottam, amely során arra kerestem a választ, hogy a világgazdasági recesszió után, egy újabb olajár-emelkedési időszak derekán a monetáris politika hogyan tudná megvalósítani elsődleges célját, azaz az árstabilitás fenntartását, s emellett hogyan tudná minél hatékonyabban támogatni a gazdasági fellendülést. Azzal a céllal, hogy megválaszoljam ezen kérdést, építettem egy DSGE-modellt, amellyel bemutatom, hogy miként hat egy beruházási sokk, egy importár sokk és egy monetáris politikai sokk egy stilizált gazdaságra.

Ez a téma azért érdekes, mert az Európai Unióban egyre aktuálisabb kérdés, hogy a válságból való kilábalás során az Európai Központi Bank az inflációs veszélytől tartva megkezdje-e a kamatemelést, vagy továbbra is – ezzel főként a periféria országainak kedvezve – rekordmélységben tartsa a kamatlábat. A téma relevanciáját tovább fokozza, hogy egyes elemzők szerint idén akár 125-160 dolláros átlagos olajár is kialakulhat (Portfolio [2011a]). Dolgozatom szempontjából ez azért releváns, mert így szignifikánsan emelkedhet az európai import ára, ami tovább erősítheti az inflációs veszélyt.

A Nemzetközi Energiaügynökség egyik vezető közgazdásza a következőképp fogalmazott a témával kapcsolatban: *„A gazdasági növekedés fojtogató szükségessége miatt – ami politikai, társadalmi kérdés ugyebár – a vezető, fejlett országok jegybankjai kénytelenek az irányadó kamatot alacsonyan tartani. Ez viszont erősíti az inflációs veszélyt. Az inflációs nyomás pillanatnyilag Kínát fenyegeti leginkább, de Európa és Amerika sem immun vele szemben.”* (Zentai [2011])

Dolgozatom következő alfejezetében részletesen is rávilágítok a téma aktualitására, amelynek keretében tanulmányozom az elmúlt évekre vonatkozó legfontosabb makrogaz-

dasági idősorokat. A második fejezetben bemutatom a gazdasági szereplők magatartási egyenleteit, majd a modell levezetését, egyensúlyi és loglinearizált egyenleteit. Ezeket ez egyenleteket használtam fel a Dynare program alkalmazása során is, amelyben a fent említett sokkok modellre gyakorolt hatásait vizsgáltam meg. Ezt fogom illusztrálni a harmadik fejezetben, azaz hogy miként reagál a modell egy beruházási, egy importár és egy monetáris politikai sokkra. Eközben megvizsgálom azt is, hogy modellem főbb statisztikai mutatói miként viszonyulnak az európai tényadatokhoz. A negyedik fejezetben bemutatok egy olyan – a 2008-as gazdasági eseményeket illusztráló – válságból kilábaló stilizált gazdaságot, amelyet egy napjainkban is tapasztalható 10-20 százalék körüli olajársokk ér, s ezt követően szemügyre veszem, hogy különböző alternatív monetáris politikai lépések miként hatnának az árstabilitásra és a gazdasági növekedésre.

A témával kapcsolatos egyik legjelentősebb szakirodalom az Európai Központi Bank elemzői által épített *The New Area-Wide Model of the Euro Area*, amelyben egy olyan DSGE-modell kerül bemutatásra, amely hatékonyan képes támogatni az eurózóna a makroökonómiai tervezését (Christoffel et. al. [2008]). Továbbá az olajár sokk elemzéséhez nem lehetett figyelmen kívül hagyni a Chilei Központi Bank munkatársai által írt *Oil Shocks and Monetary Policy in an Estimated DSGE-model for a small open economy* című munkáját, amelyben részletesen bemutatásra kerül, hogy különböző monetáris politikai rezsimek mellett milyen következményei vannak egy olajár sokknak (Medina and Soto [2005]); illetve a *The Economic Consequences of Oil Shocks: Differences across Countries and Time* című cikket, amely alaposan körüljárja az olajár sokkok eredetének, idejének, illetve a vizsgált gazdaság olajhoz való viszonyának kérdését (Baumeister et. al [2009]).

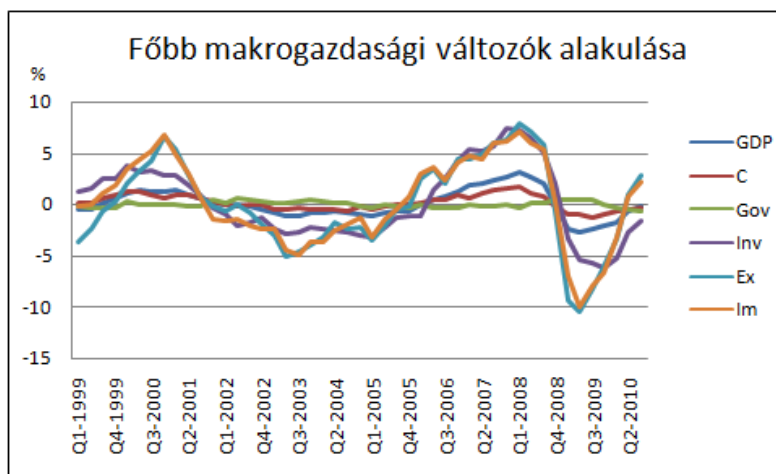
Természetesen ezeken kívül DSGE-modellekkel és az általam is vizsgált kérdésekkel még számos más tanulmány foglalkozik, ilyen például az IMF által készített *The Global Integrated Monetary and Fiscal Model (GIMF) - Theoretical Structure*, amely egy olyan többszágos dinamikus általános egyensúlyi modell, ami többek között kockázatelemzésre és számos gazdaságpolitika kérdés megválaszolására is alkalmas. Emellett az optimális európai monetáris politikát vizsgálja az EKB egy másik tanulmánya, az *Optimal Monetary Policy in an estimated DSGE for the Euro Area*. Továbbá nem egy olyan modell készült, amely az olajár sokkok következményeit tanulmányozza, ilyen többek között a szintén az EKB által készített *Oil Shocks and Endogenous Markups – Result from an Estimated Euro Area DSGE Model*, vagy az *Oil Demand and Supply Shocks: an Analysis in an Estimated DSGE-Model* című munkák.

1.2. A kérdés relevanciája

Még a bevezetés részeként röviden rávilágítok arra, hogy miért is érdekes és releváns a gazdasági kérdés, amellyel dolgozatomban foglalkozok. Ennek keretében bemutatom, hogy a válság hogyan hatott az európai gazdaságra, hogy miként alakult az irányadó kamat az elmúlt évek során, s hogy miképp alakulnak napjainkban az energiaárak.

Először szemléltetni szeretném a főbb reálváltozók alakulását Európában 1999-től 2010 harmadik negyedévéig.¹ Az adatokat először természetes alapú logaritmussal logaritmáltam, majd Hodrick-Prescott féle filterrel végeztem el a trendkezelést, végül vettem a logaritmált és filterezett adatok különbségét – azaz kiszűrtem a ciklus komponenst – s így megkaptam a negyedévek közötti százalékos változásokat.

Az 1.1. ábra az európai GDP, fogyasztás, beruházás, kormányzati kiadás, export és import ezen százalékos változásait ábrázolja. Jól látható, hogy 2008 harmadik negyedévében, azaz a válság kirobbanásakor hatalmas zuhanás kezdődött meg, amely 2009 első negyedévében érte el mélypontját. A recesszió során a GDP és a fogyasztás csak kisebb mértékben, míg a beruházás, az export és az import drámai mértékben zuhant. A változók többsége 2010 második felében növekedni kezdett, csupán a beruházások esetében lassabb a fellendülés.



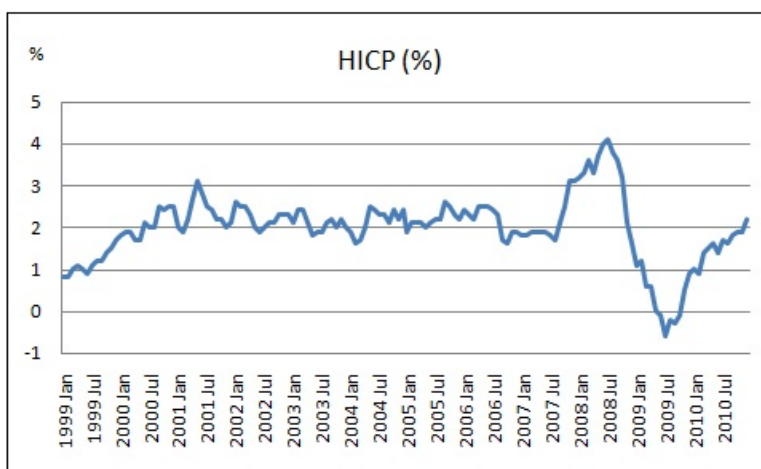
Forrás: OECD

1.1. ábra. A főbb makrogazdasági változók alakulása az EU15-ben

Az infláció megvizsgálásához az Európai Központi Bank (továbbiakban: EKB) honlapjáról töltöttem le a harmonizált fogyasztói árindex alakulását, amely az 1.2. ábrán

¹ Az ehhez szükséges idősorok az OECD adatbázisából származnak.

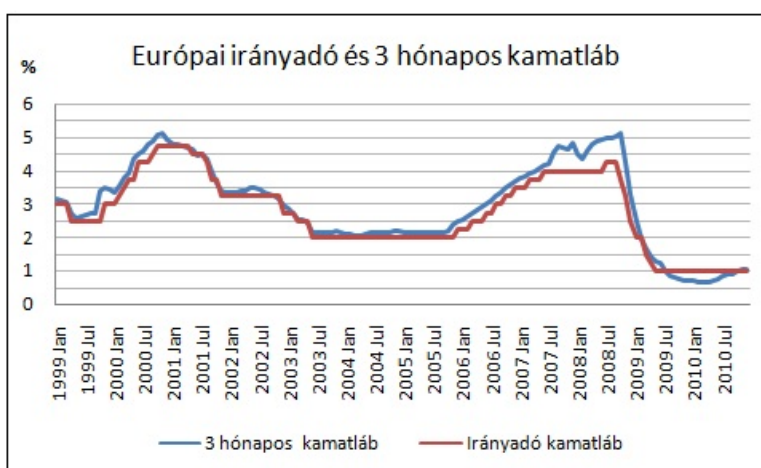
látható. Könnyen észrevehető, hogy a válság kitörése előtt (2008. július) az eurózóna létrejötte óta rekordnagyságú, 4.1 százalékos infláció volt tapasztalható (ami a globális szintű energia- és élelmiszer-áremelkedésnek volt köszönhető, amely aztán a lanyhuló kereslet és a mérséklődő árak eredményeképp novemberben 2 százalék alá zuhant, és egészen 2010 végéig ez alatt maradt. Azonban 2010 decemberében, amikor már a főbb makrogazdasági változók pozitív növekedési ütemet produkáltak, akkor már újra 2 százalékos feletti infláció volt tapasztalható. (European Central Bank [2008a], European Central Bank [2008b])



Forrás: ECB, Statistical Data Warehouse

1.2. ábra. A HICP alakulása Európában

Végül nézzük meg, hogy hogyan alakult az európai irányadó kamatláb 1999-től napjainkig, s elemezzük a három diagramot! Az 1.3. ábrán jól látható, hogy amikor Európában a főbb makrováltozók pozitív növekedési ütemet mutattak, akkor az infláció 2 százalék körül ingadozott, s ezzel összhangban 2003-2005 között az irányadó ráta is 2 százalékon állt. Majd amikor az infláció újra növekedni kezdett, akkor az EKB megkezdte kamat-emelési ciklusát, amely szintén 2008 nyarán érte el csúcsát, a 4.25 százalékot. A válság kitörésekor, amikor a gazdasági visszaesés megkezdődött, akkor az infláció is mérséklődni kezdett, amellyel egyidejűleg az EKB is megkezdte a kamatlábak lazítását – amely így 2009 májusában rekordmélységű 1 százalékra csökkent le.



Forrás: ECB, Statistical Data Warehouse; OECD

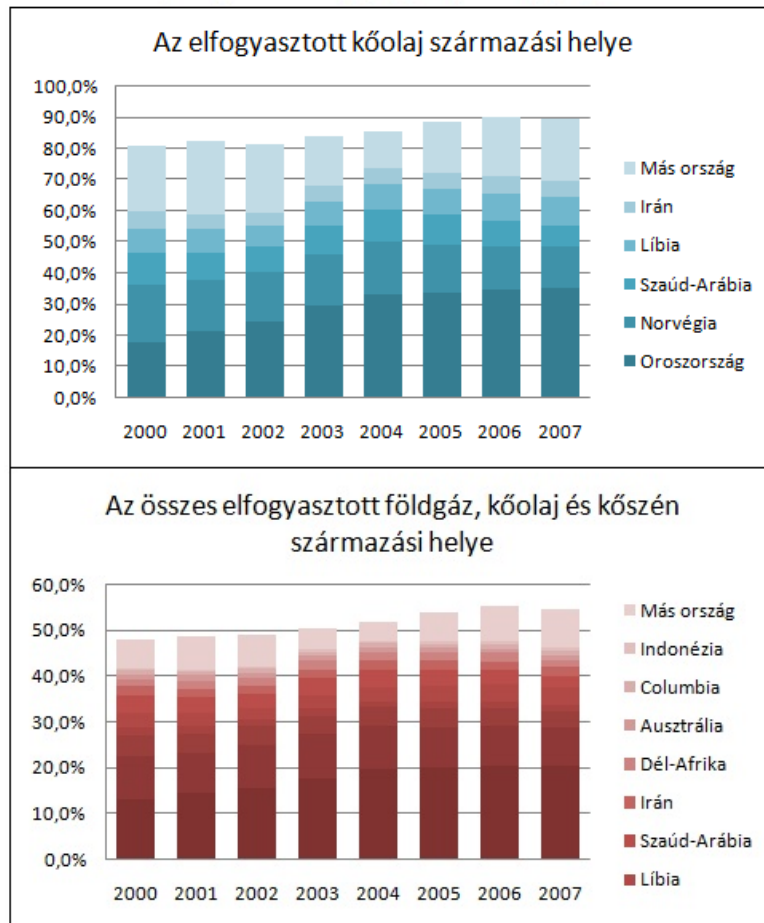
1.3. ábra. Irányadó és 3 hónapos kamatlábak

Azonban a gazdasági fellendüléssel párhuzamosan az infláció ismét növekedni kezdett, melynek eredményeképp 2010 decemberében 2.1 százalékos árszínvonal növekedés volt tapasztalható (amely az élénkülő keresletnek, az Európa szerte jellemző fiskális expanzióknak, illetve a már ekkor is érzékelhető energiaár-emelkedésnek az eredménye volt). Ez a szám már aggodalmat ébresztett az európai monetáris döntéshozókban, hiszen az EKB elsődleges célja az árstabilitás fenntartása, amely az euróövezetben mért harmonizált fogyasztói árindex (HICP) 2 százalék alatti, ám ahhoz közeli éves növekedését jelenti. (Emellett az EKB további feladata az Európai Közösség általános gazdaságpolitikájának támogatása, ha az az elsődleges cél megvalósítását nem veszélyezteti.) (European Central Bank [1999])

Ezen adatok láttán merült fel bennem a kérdés, hogy vajon az európai monetáris politika az inflációs fenyegetettség láttán vajon megkezdje-e újra a kamatemelést, amely akár a gazdasági fellendülést is veszélyeztetheti? Vagy marad továbbra is a rekordmélységű kamatszint, ami ugyan támogatná a növekedést, viszont fokozódó áremelkedést eredményezne? Mindezeket fogom megvizsgálni dolgozatom negyedik fejezetében, ahol tanulmányozom, hogy modellem szerint a különböző monetáris politikai reakcióknak milyen hatása lenne az árstabilitásra és a gazdasági növekedésre.

A kérdést még érdekesebbé teszi, hogy az Európai Unió az elmúlt 10 évben földgáz, kőolaj és kőszén fogyasztásának 45-55 százalékát, míg kőolaj fogyasztásának körülbelül 80-90 százalékát importból tudta csak fedezni (ld. 1.4. ábra) – s ezek a számok az elkövetkezendő években minden bizonnyal növekedni fognak. Emellett további veszélyeket

rejt magában, hogy az importált gáznak körülbelül a fele, az olajnak pedig a 30 százaléka Oroszországból származik, s így a Föderáció egyre növekvő nyomást gyakorolhat az európai kül- és gazdaságpolitikára. (Belkin [2008])



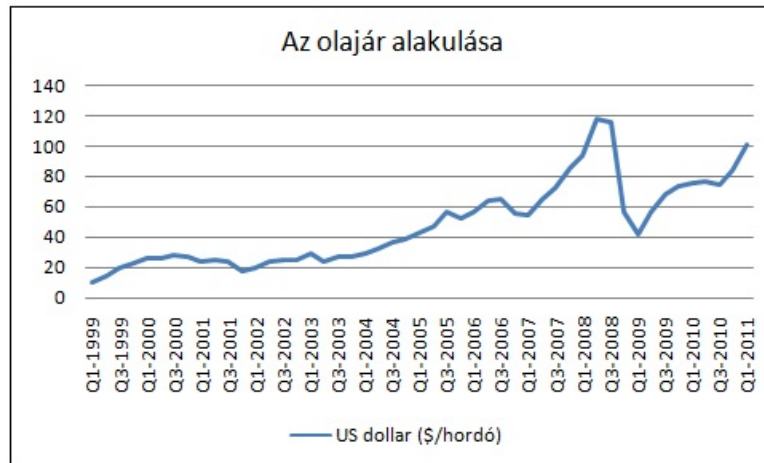
Forrás: European Environment Agency [2010]

1.4. ábra. Az EU energiafüggősége

Dolgozatom szempontjából a magas energiafüggőség legfontosabb következménye azonban az, hogy a növekvő nyers- és kőolajárak jelentősen befolyásolják az Európai Unió országaiban tapasztalható benzin- és energiaárakat, s így az inflációt is. Arpa et. al. [2006] részletesen is megvizsgálja, hogy milyen csatornákon megy végbe az energiaárak transzmissziója, mitől függ a begyűrtetés sebessége, s hogy miként hat az energiaár-emelkedés az inflációra, a foglalkoztatottságra és a gazdasági növekedésre.

Továbbá az 1.5. ábrán látható, hogy az olaj ára a 2008 decemberi mélypont óta töretlenül növekszik, 2010 decemberében már meghaladta a 80 dolláros, 2011 februárjában pedig a 100 dolláros hordónkénti árat, amely az év során tartóssá is válhat. Roubini and

Setser [2004] szerint egy olajár sokknak egy energia-importőr gazdaságban olyan makrogazdasági következményei vannak – mint például a gazdasági növekedés lassulása, az árszínvonal és az infláció növekedése – amelyek akár recesszióhoz is vezethetnek. (A 2008-ban tapasztalt rekordmagasságú olajár annak volt köszönhető, hogy az OPEC kapacitásainak határán termelt, ezért semmilyen eszköze nem volt, amellyel kordában tudta volna tartani a benzinárakat.)



Forrás: U.S. Energy Information Administration [2011]

1.5. ábra. Az olajár alakulása és változása

Azonban a líbiai feszültségeknek köszönhetően az OPEC kapacitásai napjainkban is csökkennek, s az olajár ideai alakulása nagymértékben függ a közel-keleti belpolitikai konfliktusok továbbterjedésétől. A Merrill Lynch számításai szerint, ha a líbiai kitermelés 6 hónapra visszaesik (amelynek valószínűségét 55%-ra becsülték), akkor 108 dolláros éves átlagár alakulhat ki; ha a feszültségek hamarosan elmúlnak (15%), akkor az olajár újra 100 dollár alá csökkenhet, míg ha a feszültségek továbbterjednek (30%), akkor akár 125-160 dolláros átlagárig is emelkedhet. (Portfolio[2011])

Mindezeket egybevetve, az olajár nagymértékű növekedése minden bizonnyal az Európai Unió importárainak emelkedését és további inflációt eredményezne – ami még inkább sürgetné az európai monetáris döntéshozókat a kamatpolitika átgondolását illetően.

Dolgozatomban arra igyekszek fényt deríteni, hogy hogyan alakulnának a főbb makrováltozók, ha a recesszióból épp kilábaló gazdaságot egy importár sokk érne, s hogy az egyes lehetséges monetáris politika lépések hogyan hatnának az árszínvonalra és a gazdasági növekedésre.

2. fejezet

A modell bemutatása

2.1. Magatartási egyenletek

Modellemben négy gazdasági szereplő optimalizál: a fogyasztó, a vállalat, az olajkereskedő és az állam.

A gazdaság reprezentatív fogyasztója hasznosságát maximalizálja, amely nem csak az adott időszaki egyéni fogyasztástól, hanem az előző időszaki aggregált fogyasztástól ($C_t(j)$ és C_{t-1}), továbbá az adott időszaki munkától (L_t) függ. A függvényben a β a szubjektív diszkontfaktor, h az external habit paramétere és $e^{\eta_t^C}$ a preferenciasokkot jelöli.

$$U_t = E_t \sum_{n=0}^{\infty} e^{\eta_{t+n}^C} \beta^n \left\{ \frac{(C_{t+n}(j) - hC_{t+n-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \Psi \frac{L_{t+n}(j)^{1+\eta}}{1+\eta} \right\}$$

Ezen belül a fogyasztó dönt arról, hogy hazai vagy import terméket vásárol:

$$C_t(j) = [v^{\frac{1}{\omega}} C_t^H{}^{\frac{\omega-1}{\omega}}(j) + (1-v)^{\frac{1}{\omega}} C_t^M{}^{\frac{\omega-1}{\omega}}(j)]^{\frac{\omega}{\omega-1}}$$

Azonban az import beépülésének vannak költségei, hiszen az importból származó jószágok fogyasztása csak úgy növelhető, ha a fogyasztó kifizeti az importfelhasználásból származó költségeket. Ez abból ered, hogy az import leépítése csak fokozatosan tud megvalósulni, mivel az importból származó olajat nehéz helyettesíteni. Az import költsége a következőképp határozható meg:

$$C_t^M G \left(e^{\eta_t^{C^M}} \frac{C_t^M}{C_{t-1}^M} \right)$$

ahol a $G(\cdot)$ egy konvex alkalmazkodási költségfüggvény, amelyről ismert, hogy $G(1) = 0$, $G'(1) = 0$ valamint, hogy $G''(1) = \Phi_{C^M}$. Az alkalmazkodási függvény az alábbi módon írható fel:

$$G\left(e^{\eta_t^{C^M}} \frac{C_t^M}{C_{t-1}^M}\right) = \frac{\Phi_{C^M}}{2} \left(e^{\eta_t^{C^M}} \frac{C_t^M}{C_{t-1}^M} - 1\right)^2$$

A fogyasztónak abból származik jövedelme, hogy a minden időszakban felhalmozott tőkét (K_{t-1}) a vállalat rendelkezésére bocsátja, amelyért megkapja a tőke reál bérletidíját (r_t^K), valamint a piacon realizált reálbérért (w_t) dolgozik is a vállalatnál. A fogyasztó belföldön és külföldön egy egyidőszakos kötvényben megtakaríthat (B_t és B_t^*) és ezért cserébe minden időszakban kamattal (r_t és i_t^*) növelve visszakapja a korábbi kötvényeit, amelyet akár újra befektethet (q_t a reálárfolyamot jelöli). Így a fogyasztó költségvetési korlátja a következőképp írható fel:

$$r_t^K K_{t-1} + w_t L_t + (1 + r_{t-1})B_{t-1} + (1 + i_{t-1}^*)q_t B_{t-1}^* = C_t + Inv_t + B_t + q_t B_t^* + Tax_t$$

A beruházások bővítik az előző időszakból megmaradt, el nem amortizálódott tőkét:

$$K_t = Inv_t \left(1 - S\left(e^{\eta_t^{Inv}} \frac{Inv_t}{Inv_{t-1}}\right)\right) + (1 - \delta)K_{t-1}$$

A beruházások pályáját tovább szigorítja egy, az előbbihez hasonló konvex alkalmazkodási költség, (amelyről szintén tudjuk, hogy $S(1) = 0$, $S'(1) = 0$ valamint, hogy $S''(1) = \Phi_{Inv}$):

$$S\left(e^{\eta_t^{Inv}} \frac{Inv_t}{Inv_{t-1}}\right) = \frac{\Phi_{Inv}}{2} \left(e^{\eta_t^{Inv}} \frac{Inv_t}{Inv_{t-1}} - 1\right)^2$$

A profitmaximalizáló vállalat az alábbi termelési függvénnyel állítja elő a gazdaság termékeit:

$$Y_t = A_t K_{t-1}^\alpha L_t^{1-\alpha}$$

ahol a termeléshez tőkét (K_{t-1}) és munkát (L_t) használnak fel.

Továbbá feltételezzük, hogy a vállalatok monopolisztikus verseny keretei között működnek, ismerik a termékeik iránti keresleti függvényeket, és igyekeznek olyan árat meghatározni, amely maximalizálja profitjukat. Azonban a nominális árak ragadósak, amelyet a legegyszerűbben a Rotemberg-árazás szerepeltetésével építhetünk be a modellbe. Ezen árazási módszer szerint egy kvadratikusan alkalmazkodási függvényt tételezünk fel a nominális árak alkalmazkodásában.

Ez azt jelenti, hogy a nominális árak a vállalatok optimalizálásában predeterminált változóként szerepelnek, így a vállalatoknak olyan döntést kell hozniuk, amely figyelembe veszi az áralkalmazkodással kapcsolatos költségeket. Ezt a költségfüggvényt még

érdeemes úgy módosítani, hogy az alkalmazkodás ne csak az árváltozástól függjön, hanem az inflációk eltérése miatt is legyen költsége az árváltozásnak. Ez a költségfüggvény a következőképp alakul:

$$R \left(e^{\eta_t^P \frac{P_t(i)^H}{P_{t-1}(i)^H}} \left(\frac{P_{t-1}^H}{P_{t-2}^H} \right)^\gamma \right) = \frac{\Phi_{PH}}{2} \left(e^{\eta_t^P \frac{P_t(i)^H}{P_{t-1}(i)^H}} \left(\frac{P_{t-1}^H}{P_{t-2}^H} \right)^\gamma \right)^2$$

ahol γ az indexálás paramétere. Ha $\gamma = 0$, akkor visszakaphatjuk az eredeti Rotemberg-árazási feladatot, ha $\gamma = 1$, akkor teljes indexálást tételezünk fel. Továbbá $R(\cdot)$ függvényről tudjuk, hogy $R(1) = 0$, $R'(1) = 0$ valamint, hogy $R''(1) = \Phi_{PH}$

Így a vállalat összes költsége az alábbi egyenlettel írható fel:

$$TC_t(i) = R_t^K K_{t-1}(i) + W_t L_t + P_t(i)^H Y_t R \left(e^{\eta_t^P \frac{P_t(i)^H}{P_{t-1}(i)^H}} \left(\frac{P_{t-1}^H}{P_{t-2}^H} \right)^\gamma \right)$$

Továbbá a vállalatok termelése nem csupán a hazai, hanem a külföldi keresletet is igyekszik kielégíteni, és azt feltételeztem, hogy az exportkereslet csak bizonyos sokkoktól függ (ld. sokkegyenleteknél).

A vállalathoz hasonlóan az olajkereskedő is profitját kívánja maximalizálni. Az olajkereskedő közvetítő szerepet tölt be a gazdaságban, amelynek során megvásárolja külföldről az importterméket, azaz az olajat, s azt eladja a belföldi fogyasztóknak. Azonban neki is számolnia kell azzal, hogy az importtermék ára ragadós, azaz figyelembe kell vennie az áralkalmazkodás okozta költségeket. Így az olajkereskedő bevétele és költségei, illetve a kvadratikusan alkalmazkodási függvény a következőképp írhatóak fel (amelyben a P_t^{IM} a hazai importár euróban, ER_t pedig a nominális árfolyam):

$$C_t^M(i) P_t^{IM}(i)$$

$$TC_t = ER_t P_t^M C_t^M(i) - P_t^{IM} C_t^M M \left(e^{\eta_t^{P^{IM}} \frac{P_t(i)^{IM}}{P_{t-1}(i)^{IM}}} \left(\frac{P_{t-1}^{IM}}{P_{t-2}^{IM}} \right)^\gamma \right)$$

$$M \left(e^{\eta_t^{P^{IM}} \frac{P_t(i)^{IM}}{P_{t-1}(i)^{IM}}} \left(\frac{P_{t-1}^{IM}}{P_{t-2}^{IM}} \right)^\gamma \right) = \frac{\Phi_{P^{IM}}}{2} \left(e^{\eta_t^{P^{IM}} \frac{P_t(i)^{IM}}{P_{t-1}(i)^{IM}}} \left(\frac{P_{t-1}^{IM}}{P_{t-2}^{IM}} \right)^\gamma \right)^2$$

Azonban amiatt, hogy gazdaságom nyitott, a fogyasztó képes külföldi kötvényeket eladni vagy vásárolni, így ki van téve a külföldi kamat- és kockázati prémium ingadozásainak is. Így az egyik, külföldi kapcsolatokat leíró összefüggés a külkereskedelmi mérleg egyenlete:

$$B_t^* = (1 + i_{t-1}^*) B_{t-1}^* + P_t^X X_t - P_t^M M_t$$

Emellett pedig a külföldi kamatokról feltesszük, hogy perzisztensek és a vizsgált gazdaság finanszírozási igényétől függnnek, így a következő egyenlettel írható le (ahol B^* az állandósult állapotbeli külföldi kötvényállomány, ϵ^{Pr} pedig a prémium sokkot jelöli):

$$\frac{1 + i_t^*}{1 + r} = \left(\frac{1 + i_{t-1}^*}{1 + r} \right)^\xi \left(\frac{B_t^* - B^*}{B^*} \right)^{\nu(1-\xi)} e^{\epsilon_t^{Pr}}$$

Azáltal, hogy nominális változók és árragadósság is szerepel a modellben, a vállalatok határköltségére közvetett módon hatással lesz az infláció is. A Fisher azonosság alapján ismert, hogy a nominális kamatláb a reálkamatláb és a várt infláció összege, illetve a nemlineáris modellben a bruttó reálkamat és a bruttó infláció szorzata:

$$1 + i_t = (1 + r_t)E_t(1 + \pi_{t+1})$$

Valamint azt feltételeztem, hogy a monetáris politika Taylor-szabályt követ, így egy olyan reakciófüggvénnyel definiáltam a viselkedését, amiben a központi bank ügyel az ár-stabilitásra. Amennyiben azt érzékeli a jegybank, hogy megemelkedett az infláció, akkor azonnal megnöveli a nominális kamatlábat. A becsült modellek többségében az illeszkedést nagyban javítja a kamatsimítás léte. Azt feltételeztem, hogy ugyan a jegybank reagál az inflációra, de döntései során figyelembe veszi azt, hogy mekkora volt az előző időszak nominális kamatláb nagysága, továbbá ugyan kisebb súllyal, de tekintettel van output gap alakulására és a valuta leértékelődésére is.

$$\frac{1 + i_t}{1 + r} = \left(\frac{1 + i_{t-1}}{1 + r} \right)^{\rho_i} \left((1 + \pi_{t+1})^{\phi_\pi} \left(\frac{GDP_t}{GDP} \right)^\iota \left(\frac{ER_t}{ER_{t-1}} \right)^\kappa \right)^{1-\rho_i}$$

A kamatsimítás és az inflációra való reakció súlyozott átlagából kaptuk a monetáris politika reakciófüggvényét, ahol r az állandósult állapotbeli kamatláb, az időindex nélküli GDP az állandósult állapotbeli GDP, míg ϵ_t^i az egyedi monetáris politikai sokk.

Végezetül a modell exogén változóinak egyenletei a következőképp alakulnak:

$$\begin{aligned}
\eta_t^C &= \rho^C \eta_{t-1}^C + \epsilon_t^C \\
\eta_t^{Inv} &= \rho^{Inv} \eta_{t-1}^{Inv} + \epsilon_t^{Inv} \\
\eta_t^M &= \rho^M \eta_{t-1}^M + \epsilon_t^M \\
\eta_t^X &= \rho^X \eta_{t-1}^X + \epsilon_t^X \\
\eta_t^P &= \rho^P \eta_{t-1}^P + \epsilon_t^P \\
\eta_t^{Pr} &= \rho^{Pr} \eta_{t-1}^{Pr} + \epsilon_t^{Pr} \\
P_t^M &= (1 - \rho^{PM}) P^M + \rho^{PM} P_{t-1}^M + \epsilon_t^{PM} \\
P_t^X &= \vartheta P_{t-1}^X + (1 - \vartheta) P_{t+1}^X - \vartheta_q \frac{P^X}{q} q_t + \epsilon_t^{PX} \\
Gov_t &= (1 - \rho^{Gov}) Gov + \rho^{Gov} Gov_{t-1} + \epsilon_t^{Gov} \\
A_t &= (1 - \rho^A) A + \rho^A A_{t-1} + \epsilon_t^A
\end{aligned}$$

2.2. A modell levezetése

A modell megoldásához felírtam a fogyasztó, a vállalat és az olajkereskedő optimalizálási problémájának megoldásához szükséges Bellman-egyenleteket, s ezeket a döntési változók szerint deriváltam, majd a predeterminált változók esetében a burkológörbe-tételt alkalmaztam. Ezen egyenletek előreléptetéseit visszahelyettesítettem az elsőrendű feltételekbe, végül, az egyszerűsítések után meghatározhatóak voltak a modell egyensúlyi egyenletei.

2.2.1. A fogyasztó problémájának megoldása

A fogyasztó optimalizálására felírt Bellman-egyenlet a következőképp alakul:

$$\begin{aligned}
&V_t(B_{t-1}, B_{t-1}^*, K_{t-1}, Inv_{t-1}) = \\
&e^{\eta_t^C} \left\{ \frac{(C_t(j) - hC_{t-1})^{1-\sigma}}{1-\sigma} - \Psi \frac{L_t(j)^{1+\eta}}{1+\eta} \right\} + \beta E_t V_{t+1}(B_{t-1}, B_{t-1}^*, K_{t-1}, Inv_{t-1}) \\
&+ \lambda_t (r_t^K K_{t-1} + w_t L_t + (1 + r_{t-1}) B_{t-1} + (1 + i_{t-1}^*) q_t B_{t-1}^* - C_t - Inv_t - B_t - q_t B_t^* + Tax_t) \\
&+ \mu_t (Inv \left(1 - S \left(e^{\eta_t^{Inv}} \frac{Inv_t}{Inv_{t-1}} \right) \right) - K_t + (1 - \delta) K_{t-1})
\end{aligned}$$

A fogyasztó arról tud dönteni, hogy mennyit fogyaszt és dolgozik, mennyi tőkét bocsát a vállalat rendelkezésére, mennyit takarít meg bel- és külföldi kötvényekben, illetve, hogy mennyit ruház be. Ezen változók szerinti deriváltak adják a fogyasztó elsőrendű feltételeit:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial V_t}{\partial C_t} &= e^{\eta_t^C} (C_t(j) - hC_{t-1})^{-\sigma} - \lambda_t = 0 \\
\frac{\partial V_t}{\partial L_t} &= e^{\eta_t^C} \Psi L_t^\eta + \lambda_t w_t = 0 \\
\frac{\partial V_t}{\partial K_t} &= \beta E_t V_{t+1, K_t} - \mu_t = 0 \\
\frac{\partial V_t}{\partial B_t} &= \beta E_t V_{t+1, B_t} - \lambda_t = 0 \\
\frac{\partial V_t}{\partial B_t^*} &= \beta E_t V_{t+1, B_t^*} - \lambda_t q_t = 0
\end{aligned}$$

$$\frac{\partial V_t}{\partial Inv_t} = \beta E_t V_{t+1, Inv_t} - \lambda_t + \mu_t \left(1 - S \left(e^{\eta_t^{Inv}} \frac{Inv_t}{Inv_{t-1}} \right) \right) - \mu_t S' \left(e^{\eta_t^{Inv}} \frac{Inv_t}{Inv_{t-1}} \right) e^{\eta_t^{Inv_t}} \frac{Inv_t}{Inv_{t-1}} = 0$$

A predeterminált, azaz a korábbi időszak által meghatározott változók esetében a burkológörbe-tételt kell alkalmazni:

$$\begin{aligned}
V_{t, K_{t-1}} &= \lambda_t r_t^K + \mu_t (1 - \delta) = 0 \\
V_{t, B_{t-1}} &= \lambda_t (1 + r_{t-1}) \\
V_{t, B_{t-1}^*} &= \lambda_t q_t (1 + i_{t-1}^*) \\
V_{t, Inv_{t-1}} &= \mu_t S' \left(e^{\eta_t^{Inv_t}} \frac{Inv_t}{Inv_{t-1}} \right) e^{\eta_t^{Inv}} \left(\frac{Inv_t}{Inv_{t-1}} \right)^2
\end{aligned}$$

Ezek egy időszakkal előreléptetve:

$$\begin{aligned}
E_t V_{t+1, K_t} &= \lambda_{t+1} r_{t+1}^K + \mu_{t+1} (1 - \delta) = 0 \\
E_t V_{t+1, B_t} &= \lambda_{t+1} (1 + r_t) \\
E_t V_{t+1, B_t^*} &= \lambda_{t+1} q_{t+1} (1 + i_t^*) \\
E_t V_{t+1, Inv_t} &= \mu_{t+1} S' \left(e^{\eta_{t+1}^{Inv_t}} \frac{Inv_{t+1}}{Inv_t} \right) e^{\eta_{t+1}^{Inv}} \left(\frac{Inv_{t+1}}{Inv_t} \right)^2
\end{aligned}$$

A megfelelő egyenletek összekombinálásával megkapjuk:

- az Euler-egyenletet,
- a munkakínálati függvényt,
- az arbitrage-mentességi feltételt,
- és a fedezetlen kamatparitásra vonatkozó összefüggést.

A fogyasztó továbbá optimalizálja a hazai és az importból származó javak fogyasztását is, amelyre szintén felírható egy Bellman-egyenlet:

$$\begin{aligned} V_t(C_{t-1}^M(j)) &= C_t(j) - p_t^H C_t^H(j) - P_t^{IM} C_t^M(j) \\ &\quad - P_t^{IM} C_t^M(j) G \left(e^{\eta_t^{C^M}} \frac{C_t^M(j)}{C_{t-1}^M(j)} \right) + \beta E_t V_{t+1}(C_t^M(j)) \\ &\quad + \lambda_t [C_t(j) - [v^{\frac{1}{\omega}} C_t^H(j)^{\frac{\omega-1}{\omega}} + (1-v)^{\frac{1}{\omega}} C_t^M(j)^{\frac{\omega-1}{\omega}}]^{\frac{\omega}{\omega-1}}] \end{aligned}$$

A fogyasztó dönt teljes fogyasztásáról, illetve arról, hogy ebből mennyit fedez hazai, s mennyit importból származó termékekből. Így az elsőrendű feltételek a következőképp alakulnak:

$$\begin{aligned} \frac{\partial V_t}{\partial C_t(j)} &= 1 + \lambda_t = 0 \\ \frac{\partial V_t}{\partial C_t^H(j)} &= -p_t^H - \lambda_t [v^{\frac{1}{\omega}} C_t^H(j)^{\frac{\omega-1}{\omega}} + (1-v)^{\frac{1}{\omega}} C_t^M(j)^{\frac{\omega-1}{\omega}}]^{\frac{1}{\omega-1}} v^{\frac{1}{\omega}} C_t^H(j)^{\frac{\omega-1}{\omega}} \\ &= -p_t^H - \lambda_t C_t(j)^{\frac{1}{\omega}} v^{\frac{1}{\omega}} C_t^H(j)^{\frac{\omega-1}{\omega}} = 0 \\ \frac{\partial V_t}{\partial C_t^M(j)} &= -P_t^{IM} - G' \left(e^{\eta_t^{C^M}} \frac{C_t^M(j)}{C_{t-1}^M(j)} \right) e^{\eta_t^{C^M}} \frac{C_t^M(j)}{C_{t-1}^M(j)} P_t^{IM} - P_t^{IM} G \left(e^{\eta_t^{C^M}} \frac{C_t^M(j)}{C_{t-1}^M(j)} \right) \\ &\quad + \beta E_t V_{t+1}(C_t^M(j)) - \lambda_t C_t(j)^{\frac{1}{\omega}} (1-v)^{\frac{1}{\omega}} C_t^M(j)^{\frac{\omega-1}{\omega}} = 0 \end{aligned}$$

Mivel az importált fogyasztás predeterminált változó, ezért ez esetben is a burkológörbe-tételt kell alkalmazni:

$$\begin{aligned} V_{t, C_{t-1}^M} &= P_t^{IM} C_t^M(j) G' \left(e^{\eta_t^{C^M}} \frac{C_t^M(j)}{C_{t-1}^M(j)} \right) e^{\eta_t^{C^M}} \frac{C_t^M(j)}{C_{t-1}^M(j)} \\ V_{t+1, C_t^M} &= P_{t+1}^{IM} G' \left(e^{\eta_{t+1}^{C^M}} \frac{C_{t+1}^M(j)}{C_t^M(j)} \right) e^{\eta_{t+1}^{C^M}} \left(\frac{C_{t+1}^M(j)}{C_t^M(j)} \right)^2 \end{aligned}$$

Ezt visszahelyettesítve a harmadik elsőrendű feltételbe a következő összefüggést kapjuk:

$$\begin{aligned} P_t^{IM} &+ G' \left(e^{\eta_t^{C^M}} \frac{C_t^M(j)}{C_{t-1}^M(j)} \right) e^{\eta_t^{C^M}} \frac{C_t^M(j)}{C_{t-1}^M(j)} P_t^{IM} - P_t^{IM} G \left(e^{\eta_t^{C^M}} \frac{C_t^M(j)}{C_{t-1}^M(j)} \right) \\ &- \beta P_{t+1}^{IM} G' \left(e^{\eta_{t+1}^{C^M}} \frac{C_{t+1}^M(j)}{C_t^M(j)} \right) e^{\eta_{t+1}^{C^M}} \left(\frac{C_{t+1}^M(j)}{C_t^M(j)} \right)^2 \\ &= C_t(j)^{\frac{1}{\omega}} (1-v)^{\frac{1}{\omega}} C_t^M(j)^{\frac{\omega-1}{\omega}} \end{aligned}$$

Az egyenlőség bal oldalát az egyszerűség kedvéért elneveztem c_t -nek, így a következő rövidebb formában is felírható:

$$c_t = C_t(j)^{\frac{1}{\omega}} (1-v)^{\frac{1}{\omega}} C_t^M(j)^{\frac{\omega-1}{\omega}}$$

Amelyet már könnyedén át lehet alakítani C_t^M -re:

$$C_t^M(j) = c_t^{-\omega} C_t(j)(1 - v)$$

A második elsőrendű feltételt pedig csak át kellett rendezni:

$$C_t^H(j) = p_t^{H-\omega} C_t(j)v$$

2.2.2. A vállalat problémájának megoldása

A vállalat célja profitjának maximalizálása a termelési függvény által szabott korlát mellett. A monopolisztikus verseny és a költséges áralkalmazkodás melletti Bellman-egyenlet a következőképp alakul:

$$\begin{aligned} V_t(P_{t-1}^H(i)) &= Y_t(i) - R_t^K K_{t-1}(i) - W_t L_t(i) \\ &- P_t^H(i) Y_t(i) R \left(e^{\eta_t^P \frac{P_t^H(i)}{P_{t-1}^H(i)}} \left(\frac{P_{t-1}^H(i)}{P_{t-2}^H(i)} \right)^\gamma \right) + \frac{E_t V_{t+1}(P_t^H(i))}{1 + i_t} \\ &+ MC_t(A_t K_{t-1}^\alpha L_t^{1-\alpha} - Y_t(i)) \end{aligned}$$

Az egyenletben $Y_t(i)$ az i -edik vállalat keresletét, $P_t^H(i)$ az i -edik vállalat által meghatározott árat jelöli, míg MC_t egy hagyományos Lagrange-szorzó (amely ez esetben a vállalat határköltségeként értelmezhető). Ismert, hogy az i -edik vállalat kibocsátása függ az általa és a többi vállalat által meghatározott átlagos ártól, illetve a többi vállalat kibocsátásától. Így az i -edik vállalat keresleti függvénye felírható az alábbi módon:

$$Y_t(i) = \left(\frac{P_t^H(i)}{P_t^H} \right)^{-\varphi} Y_t$$

Ezért a Bellman-egyenlet felírható így is:

$$\begin{aligned} V_t(P_{t-1}^H(i)) &= P_t^H(i) \left(\frac{P_t^H(i)}{P_t^H} \right)^{-\varphi} Y_t - R_t^K K_{t-1}(i) - W_t L_t(i) \\ &- P_t^H(i) Y_t(i) R \left(e^{\eta_t^P \frac{P_t^H(i)}{P_{t-1}^H(i)}} \left(\frac{P_{t-1}^H(i)}{P_{t-2}^H(i)} \right)^\gamma \right) + \frac{E_t V_{t+1}(P_t^H(i))}{1 + i_t} \\ &+ MC_t(A_t K_{t-1}^\alpha L_t^{1-\alpha} - \left(\frac{P_t^H(i)}{P_t^H} \right)^{-\varphi} Y_t) \end{aligned}$$

A vállalat dönt arról, hogy mennyi tőkét és munkát használ fel a termelés során, továbbá az általa meghatározott árról. Ezen változók szerinti deriváltak a vállalat elsőrendű feltételei.

$$\begin{aligned}
\frac{\partial V_t}{\partial K_{t-1}} &= -R_t^K + MC_t A_t \alpha K_{t-1}^{\alpha-1} L_t^{1-\alpha} = 0 \\
\frac{\partial V_t}{\partial L_t} &= -W_t + MC_t A_t (1 - \alpha) K_{t-1}^\alpha L_t^{-\alpha} = 0 \\
\frac{\partial V_t}{\partial P_t^H(i)} &= \left(\frac{P_t^H(i)}{P_t^H} \right)^{-\varphi} Y_t - \varphi \left(\frac{P_t^H(i)}{P_t^H} \right)^{-\varphi-1} \frac{P_t^H(i)}{P_t^H} Y_t - Y_t R \left(e^{\eta_t^P \frac{P_t^H(i)}{P_{t-1}^H(i)}} \left(\frac{P_{t-1}^H(i)}{P_{t-2}^H} \right)^\gamma \right) \\
&\quad - Y_t R' \left(e^{\eta_t^P \frac{P_t^H(i)}{P_{t-1}^H(i)}} \left(\frac{P_{t-1}^H(i)}{P_{t-2}^H} \right)^\gamma \right) e^{\eta_t^P \frac{P_t^H(i)}{P_{t-1}^H(i)}} \left(\frac{P_{t-1}^H(i)}{P_{t-2}^H} \right)^\gamma + \frac{E_t V_{t+1}(P_{t-1}^H(i))}{1 + i_t} \\
&\quad + MC_t \varphi \left(\frac{P_t^H(i)}{P_t^H} \right)^{-\varphi-1} \frac{1}{P_t^H} Y_t = 0
\end{aligned}$$

Mivel $P_t^H(i)$ predeterminált változó, ezért a megoldáshoz a burkológörbe-tételt is alkalmazni kell:

$$\begin{aligned}
V_{t, P_{t-1}^H(i)} &= Y_t R' \left(e^{\eta_t^P \frac{P_t^H(i)}{P_{t-1}^H(i)}} \left(\frac{P_{t-1}^H(i)}{P_{t-2}^H} \right)^\gamma \right) e^{\eta_t^P \frac{P_t^H(i)}{P_{t-1}^H(i)}} \left(\frac{P_{t-1}^H(i)}{P_{t-2}^H} \right)^\gamma \\
E_t V_{t+1, P_t^H(i)} &= Y_{t+1} R' \left(e^{\eta_{t+1}^P \frac{P_{t+1}^H(i)}{P_t^H(i)}} \left(\frac{P_t^H(i)}{P_{t-1}^H} \right)^\gamma \right) e^{\eta_{t+1}^P \frac{P_{t+1}^H(i)}{P_t^H(i)}} \left(\frac{P_t^H(i)}{P_{t-1}^H} \right)^\gamma
\end{aligned}$$

Ezek az egyenletek már visszahelyettesíthetők az elsőrendű feltételekbe, s többkevesebb egyszerűsítés után már meg is kapható a vállalat

- Tőkekeresleti-függvénye
- Munkakeresleti-függvénye
- Árazási egyenlete

2.2.3. Az olajkereskedő problémájának megoldása

Ahogy a modell bemutatásakor már utaltam rá, az olajkereskedő a vállalathoz hasonlóan egy profitmaximalizálási feladatot old meg. Ez a profit az adott időszaki, illetve a jövőbeli bevételek jelenértékének és az import behozatalából származó, illetve az átárazásból származó költségek különbségéből adódik. Mindezek fényében a Bellman-egyenlet a következőképp írható fel:

$$\begin{aligned}
V_t(P_{t-1}^{IM}(i)) &= C_t^M(i)P_t^{IM}(i) - ER_tP_t^MC_t^M(i) \\
&- P_t^{IM}(i)C_t^M(i)M \left(e^{\eta_t^{P^{IM}}} \frac{\frac{P_t^{IM}(i)}{P_{t-1}^{IM}(i)}}{\left(\frac{P_{t-1}^{IM}}{P_{t-2}^{IM}}\right)^\gamma} \right) + \frac{E_tV_{t+1}(P_t^{IM}(i))}{1+i_t}
\end{aligned}$$

Ugyancsak a vállalatához hasonlóan az importból származó fogyasztási cikkek kereslete felírható a következőképp:

$$C_t^M(i) = \left(\frac{P_t^{IM}(i)}{P_t^{IM}} \right)^{-\varphi} C_t^M$$

Ennek fényében a Bellman-egyenlet átírható a következő alakra:

$$\begin{aligned}
V_t(P_{t-1}^{IM}(i)) &= \left(\frac{P_t^{IM}(i)}{P_t^{IM}} \right)^{-\varphi} C_t^M P_t^{IM}(i) - ER_tP_t^M \left(\frac{P_t^{IM}(i)}{P_t^{IM}} \right)^{-\varphi} C_t^M \\
&- P_t^{IM}(i)C_t^M(i)M \left(e^{\eta_t^{P^{IM}}} \frac{\frac{P_t^{IM}(i)}{P_{t-1}^{IM}(i)}}{\left(\frac{P_{t-1}^{IM}}{P_{t-2}^{IM}}\right)^\gamma} \right) + \frac{E_tV_{t+1}(P_t^{IM}(i))}{1+i_t}
\end{aligned}$$

Az olajkereskedő arról dönthet, hogy milyen áron értékesíti a belföldi fogyasztóknak a külföldről származó importterméket, azaz $P_t^{IM}(i)$ -ről:

$$\begin{aligned}
\frac{\partial V_t}{\partial P_t^{IM}(i)} &= \left(\frac{P_t^{IM}(i)}{P_t^{IM}} \right)^{-\varphi} C_t^M - \varphi \left(\frac{P_t^{IM}(i)}{P_t^{IM}} \right)^{-\varphi-1} \frac{P_t^{IM}(i)}{P_t^{IM}} C_t^M - \\
&- C_t^M M' \left(e^{\eta_t^{P^{IM}}} \frac{\frac{P_t^{IM}(i)}{P_{t-1}^{IM}(i)}}{\left(\frac{P_{t-1}^{IM}}{P_{t-2}^{IM}}\right)^\gamma} \right) e^{\eta_t^{P^{IM}}} \frac{\frac{P_t^{IM}(i)}{P_{t-1}^{IM}(i)}}{\left(\frac{P_{t-1}^{IM}}{P_{t-2}^{IM}}\right)^\gamma} \\
&+ ER_tC_t^M \varphi \left(\frac{P_t^{IM}(i)}{P_t^{IM}} \right)^{-\varphi-1} \frac{P_t^{IM}}{P_t^{IM}} + \frac{E_tV_{t+1}(P_{t-1}^{IM}(i))}{1+i_t} = 0
\end{aligned}$$

Mivel $P_t^{IM}(i)$ is predeterminált változó, ezért ezesetben is a burkológörbe-tételt kell alkalmazni :

$$\begin{aligned}
V_{t,P_{t-1}^{IM}(i)} &= P_t^{IM}C_t^M M' \left(e^{\eta_t^{P^{IM}}} \frac{\frac{P_t^{IM}(i)}{P_{t-1}^{IM}(i)}}{\left(\frac{P_{t-1}^{IM}}{P_{t-2}^{IM}}\right)^\gamma} \right) e^{\eta_t^{P^{IM}}} \frac{\left(\frac{P_t^{IM}(i)}{P_{t-1}^{IM}(i)}\right)^2}{\left(\frac{P_{t-1}^{IM}}{P_{t-2}^{IM}}\right)^\gamma} \\
E_tV_{t+1,P_t^{IM}(i)} &= P_{t+1}^{IM}C_{t+1}^M M' \left(e^{\eta_{t+1}^{P^{IM}}} \frac{\frac{P_{t+1}^{IM}(i)}{P_t^{IM}(i)}}{\left(\frac{P_t^{IM}}{P_{t-1}^{IM}}\right)^\gamma} \right) e^{\eta_{t+1}^{P^{IM}}} \frac{\left(\frac{P_{t+1}^{IM}(i)}{P_t^{IM}(i)}\right)^2}{\left(\frac{P_t^{IM}}{P_{t-1}^{IM}}\right)^\gamma}
\end{aligned}$$

Ez utóbbi összefüggés már visszahelyettesíthető az olajkereskedő elsőrendű feltételébe, amely néhány egyszerűsítés és átalakítás után megadja az olajkereskedő árazási egyenletét.

2.3. A modell egyensúlyi egyenletei

Az előző alfejezetben kapott egyenletek megfelelő összerendezése és egyszerűsítése után kaphatjuk meg a modell egyensúlyi egyenleteit. Ezek a következők:

1. Euler-egyenlet

$$1 = \beta E_t \frac{e^{\eta_{t+1}^C} (C_{t+1}(j) - hC_t)^{-\sigma}}{e^{\eta_t^C} (C_t(j) - hC_{t-1})^{-\sigma}} (1 + r_t)$$

2. Munkakínálat

$$(C_t(j) - hC_{t-1})^{-\sigma} w_t = \Psi L_t^\eta$$

3. Arbitrage-mentességi feltétel

(ahol a Tobin-Q: $Q_t = \mu_t / \lambda_t$)

$$E_t r_{t+1}^K + E_t Q_{t+1} (1 - \delta) = Q_t (1 + r_t)$$

4. A fedezetlen kamatparitás nominális formájáról ismertek az alábbi összefüggések

($q_t = ER_t / P_t$)

$$\frac{1 + i_t^*}{1 + i_t} = \frac{ER_t}{E_t ER_{t+1}}$$

$$\frac{q_t}{q_{t-1}} = \frac{ER_t}{ER_{t-1}} \frac{1}{1 + \pi_t}$$

5. Hazai fogyasztás

$$C_t^H(j) = p_t^{H-\omega} C_t(j) v$$

6. Import fogyasztás

$$C_t^M(j) = c_t^{-\omega} C_t(j) (1 - v)$$

7. $C_t^H(j)$ és $C_t^M(j)$ $C_t(j)$ egyenletébe való visszahelyettesítése és egyszerűsítése után a következő, a későbbiekben hasznos összefüggést kaptam:

$$1 = [v p_t^{H^{1-\omega}} + (1 - v) c_t^{1-\omega}]^{\frac{1}{1-\omega}}$$

8. Tőkekereslet

$$r_t^K = \alpha m c_t \frac{Y_t}{K_{t-1}}$$

9. Munkakereslet

$$w_t = (1 - \alpha) m c_t \frac{Y_t}{L_t}$$

10. Ha K_{t-1} -et és L_t -t visszahelyettesítjük a termelési függvénybe és leegyszerűsítjük, akkor megkapjuk a határköltség (mc_t) definícióját is:

$$mc_t = \frac{1}{A_t} \left(\frac{r_t^K}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{w_t}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha}$$

11. Árazási egyenlet (Ezt az egyenletet több átalakítás után kaptam meg: $E_t V_{t+1, P_t^H(i)}$ -t visszahelyettesítettem a vállalat harmadik elsőrendű feltételébe, majd beszoroztam $P_t^H(i)$ -vel, továbbá felhasználtam azt is, hogy $P_t^H(i)/P_{t-1}^H(i) = 1 + \pi_t^H$, végül pedig MC_t -re rendeztem. Ezt még érdemes volt leosztani P_t -vel, hiszen akkor az összefüggés relatív árakkal és reálváltozókkal is felírható.)

$$\begin{aligned} \frac{\varphi}{\varphi-1} MC_t &= P_t^H(i) + \frac{1}{\varphi-1} P_t^H(i) R \left(\frac{e^{\eta_t^P} (1 + \pi_t^H)}{e^{\eta_{t-1}^P} (1 + \pi_{t-1}^H)^\gamma} \right) + \\ &+ \frac{1}{\varphi-1} P_t^H(i) R' \left(\frac{e^{\eta_t^P} (1 + \pi_t^H)}{e^{\eta_{t-1}^P} (1 + \pi_{t-1}^H)^\gamma} \right) e^{\eta_t^P} \frac{1 + \pi_t^H}{(1 + \pi_{t-1}^H)^\gamma} - \\ &- E_t \frac{1}{\varphi-1} \frac{P_t^H(i)}{1 + i_t} \frac{Y_{t+1}}{Y_t} R' \left(\frac{e^{\eta_{t+1}^P} (1 + \pi_{t+1}^H)}{e^{\eta_t^P} (1 + \pi_t^H)^\gamma} \right) \frac{(e^{\eta_{t+1}^P} (1 + \pi_{t+1}^H))^2}{e^{\eta_t^P} (1 + \pi_t^H)^\gamma} \\ \frac{\varphi}{\varphi-1} mc_t &= p_t^H(i) + \frac{1}{\varphi-1} p_t^H(i) R \left(\frac{e^{\eta_t^P} (1 + \pi_t^H)}{e^{\eta_{t-1}^P} (1 + \pi_{t-1}^H)^\gamma} \right) + \\ &+ \frac{1}{\varphi-1} p_t^H(i) R' \left(\frac{e^{\eta_t^P} (1 + \pi_t^H)}{e^{\eta_{t-1}^P} (1 + \pi_{t-1}^H)^\gamma} \right) e^{\eta_t^P} \frac{1 + \pi_t^H}{(1 + \pi_{t-1}^H)^\gamma} - \\ &- E_t \frac{1}{\varphi-1} \frac{p_t^H(i)}{1 + i_t} \frac{Y_{t+1}}{Y_t} R' \left(\frac{e^{\eta_{t+1}^P} (1 + \pi_{t+1}^H)}{e^{\eta_t^P} (1 + \pi_t^H)^\gamma} \right) \frac{(e^{\eta_{t+1}^P} (1 + \pi_{t+1}^H))^2}{e^{\eta_t^P} (1 + \pi_t^H)^\gamma} \end{aligned}$$

12. A vállalat árazásával teljesen analóg módon megoldható az olajkereskedő árazási problémája is, amelyből a következő importtermék árazására vonatkozó összefüggés adódik (természetesen az importtermék árszínvonal-változására a következő azonosság írható fel: $P_t^{IM}(i)/P_{t-1}^{IM}(i) = 1 + \pi_t^{IM}$):

$$\begin{aligned} \frac{\varphi}{\varphi-1} \frac{q_t P_t^M}{P_t^{IM}} &= 1 + \frac{1}{\varphi-1} M' \left(\frac{e^{\eta_t^{P^{IM}}} (1 + \pi_t^{IM})}{e^{\eta_{t-1}^{P^{IM}}} (1 + \pi_{t-1}^{IM})^\gamma} \right) e^{\eta_t^{P^{IM}}} \frac{1 + \pi_t^{IM}}{(1 + \pi_{t-1}^{IM})^\gamma} - \\ &- E_t \frac{1}{\varphi-1} \frac{1}{1 + i_t} \frac{C_{t+1}^M}{C_t^M} M' \left(\frac{e^{\eta_{t+1}^{P^{IM}}} (1 + \pi_{t+1}^{IM})}{e^{\eta_t^{P^{IM}}} (1 + \pi_t^{IM})^\gamma} \right) \frac{(e^{\eta_{t+1}^{P^{IM}}} (1 + \pi_{t+1}^{IM}))^2}{e^{\eta_t^{P^{IM}}} (1 + \pi_t^{IM})^\gamma} \end{aligned}$$

13. A GDP definíciójának meghatározásához a szokásos definícióból kell kiindulni, mely szerint a GDP megegyezik a felhasználási tételek összegével ($GDP_t = C_t + I_t + G_t q_t P_t^X X_t - q_t P_t^{IM} M_t$). Ezt át lehet alakítani, illetve C_t helyére be lehet

helyettesíteni a $C_t = p_t^H C_t^H + p_t^{IM} C_t^M$ összefüggést. Továbbá modellemben feltételezem, hogy az importot kizárólag fogyasztásra használják fel (azaz $M_t = C_t^M$), így ezzel is lehetett egyszerűsíteni.

$$\begin{aligned} GDP_t &= C_t + p_t^H Inv_t + p_t^H Gov_t + q_t p_t^X X_t - p_t^{IM} M_t \\ GDP_t &= p_t^H C_t^H + p_t^H Inv_t + p_t^H Gov_t + p_t^H X_t + X_t(q_t p_t^X - p_t^H) \end{aligned}$$

14. Az előbbi egyenlőség első négy tagja egyben a hazai kibocsátással is megegyezik. Ezt belátva a GDP definíció is tovább egyszerűsíthető.

$$\begin{aligned} Y_t^H &= C_t^H + Inv_t + Gov_t + X_t \\ GDP_t &= p_t^H Y_t^H + q_t p_t^X X_t - p_t^H X_t \end{aligned}$$

15. Beruházási függvény

$$K_t = Inv_t \left(1 - S \left(e^{\eta_{t+n}^{Inv}} \frac{Inv_t}{Inv_{t-1}} \right) \right) + (1 - \delta) K_{t-1}$$

16. Külkereskedelmi mérleg

$$B_t^* = (1 + i_{t-1}^*) B_{t-1}^* + P_t^X X_t - P_t^M M_t$$

17. Monetáris politika reakciófüggvénye

$$\frac{1 + i_t}{1 + r} = \left(\frac{1 + i_{t-1}}{1 + r} \right)^{\rho_i} \left((1 + \pi_{t+1})^{\phi_\pi} \left(\frac{GDP_t}{GDP} \right)^\iota \left(\frac{ER_t}{ER_{t-1}} \right)^\kappa \right)^{1-\rho_i}$$

18. Látható, hogy a az adók nem jelennek meg explicite az egyenletekben, ami a Ricardoi-ekvivalencia teljesülésének köszönhető. Hiszen a tétel szerint ugyan a kormányzati kiadások pályája befolyásolja a reálváltozók pályáját, de a kiadások finanszírozásának időbeli ütemezése nem számít (csak az, hogy a kormányzati kiadások jelenértéke egyezzen meg az adók jelenértékével.) Ez az összefüggés akkor érvényesül, ha a modellben csak egyösszegű adó szerepel, ha surlódásmentes a vagyoneszközpiac (azaz a hitelfelvételnek és betételhelyezésnek a kamaton kívül nincs költsége, és nem zárható ki senki a piacról) és ha a fogyasztók homogének. Modellem mind a három feltételnek eleget tesz, ebből eredendően a Ricardoi ekvivalencia is teljesül.

2.4. A modell log-linearizált egyenletei

Ebben az alfejezetben az előbb felsorolt egyensúlyi egyenletek log-linearizált formáit ismertetem. A linearizált modellt egyszerűbb megoldani, továbbá a Dynare program alkalmazásához is szükségesek.

1. Euler-egyenlet

$$\widehat{C}_t = \frac{1}{1+h} E_t \widehat{C}_{t+1} + \frac{h}{1+h} \widehat{C}_{t-1} + \frac{1-h}{\sigma(1+h)} (\eta_t^C - E_t \eta_{t+1}^C - r_t)$$

2. Munkakínálat

$$\eta \widehat{L}_t = -\frac{\sigma}{1-h} (\widehat{C}_t - h \widehat{C}_{t-1}) + \widehat{w}_t$$

3. Arbitrage-mentességi feltétel

$$E_t \widehat{r_{t+1}^K} (1 - \beta(1 - \delta)) + E_t \beta(1 - \delta) \widehat{Q_{t+1}} = \widehat{Q_t} + r_{t+1}$$

4. Fedezetlen kamatparitás

$$\begin{aligned} i_t^* - i_t &= \widehat{ER}_t - E_t \widehat{ER_{t+1}} \\ \widehat{q}_t - \widehat{q_{t-1}} &= \widehat{ER}_t - \widehat{ER_{t-1}} - \pi_t \end{aligned}$$

5. Hazai fogyasztás

$$\widehat{C_t^H(j)} = \widehat{C_t(j)} - \omega \widehat{p_t^H}$$

6. Import fogyasztás, illetve c_t loglinearizált formája C_t^M -re rendezve

$$\begin{aligned} \widehat{C_t^M(j)} &= \widehat{C_t(j)} - \omega \widehat{c_t} \\ \widehat{C_t^M(j)} &= \frac{\beta}{1+\beta} E_t \widehat{C_{t+1}^M(j)} + \frac{1}{1+\beta} \widehat{C_{t-1}^M(j)} + \frac{1}{(1+\beta)\Phi_{CM}} (\widehat{c_t} - \widehat{q_t} - \widehat{P_t^M}) \\ &+ \frac{\beta}{1+\beta} E_t \eta_{t+1}^{CM} - \frac{1}{1+\beta} \eta_t^{CM} \end{aligned}$$

7. Az árindex loglinearizált alakja

$$0 = v \widehat{p_t^H} + (1-v) \widehat{c_t}$$

8. Tőkekereslet

$$\widehat{r_t^K} = \widehat{mc_t} + \widehat{Y_t} - \widehat{K_{t-1}}$$

9. Munkakereslet

$$\widehat{w_t} = \widehat{mc_t} + \widehat{Y_t} - \widehat{L_t}$$

10. ahol $\widehat{mc_t}$

$$\widehat{mc_t} = -\widehat{A_t} + \alpha \widehat{r_t^K} + (1-\alpha) \widehat{w_t}$$

11. Indexálással kiegészített újkeynes-i Phillips-görbe

$$\pi_t^H = \frac{\varphi - 1}{\Phi_{PH}(1 + \beta\gamma)} \left(\widehat{mc}_t - \widehat{p}_t^H \right) + \frac{\beta}{1 + \beta\gamma} E_t \pi_{t+1}^H + \frac{\gamma}{1 + \beta\gamma} \pi_{t-1}^H$$

12. Indexálással kiegészített újkeynes-i Phillips-görbe az importált termékek árára vonatkozóan

$$\pi_t^{IM} = \frac{\varphi - 1}{\Phi_{PIM}(1 + \beta\gamma)} \left(\widehat{q}_t + \widehat{P}_t^M - \widehat{p}_t^{IM} \right) + \frac{\beta}{1 + \beta\gamma} \pi_{t+1}^{IM} + \frac{\gamma}{1 + \beta\gamma} \pi_{t-1}^{IM}$$

13. GDP ($\widehat{M}_t = \widehat{C}_t^M$)

$$\widehat{GDP} = \frac{Y^H p^H}{GDP} (\widehat{Y}_t^H + \widehat{p}_t^H) + \frac{X q p^X}{GDP} (\widehat{q}_t + \widehat{p}_t^X + \widehat{X}_t) - \frac{X p^H}{GDP} (\widehat{X}_t + \widehat{p}_t^H) + \epsilon^{GDP}$$

14. Kibocsátás

$$\widehat{Y}_t^H = \frac{C^H}{Y^H} \widehat{C}_t^H + \frac{Inv}{Y^H} \widehat{Inv}_t + \frac{Gov}{Y^H} \widehat{Gov}_t + q \frac{X}{Y^H} \widehat{X}_t$$

15. Beruházás

$$\delta \widehat{Inv}_t = \widehat{K}_t - (1 - \delta) \widehat{K}_{t-1}$$

16. Tobin-Q

$$\widehat{Inv}_t = \frac{\beta}{1 + \beta} E_t \widehat{Inv}_{t+1} + \frac{1}{1 + \beta} \widehat{Inv}_{t-1} + \frac{1}{\Phi_{Inv}(1 + \beta)} \widehat{Q}_t + \frac{\beta}{1 + \beta} \eta_{t+1}^{Inv} - \frac{1}{1 + \beta} \eta_t^{Inv}$$

17. Külkereskedelmi mérleg

$$\widehat{B}_t^* = (1 + i^*) i_{t-1}^* + (1 + i^*) \widehat{B}_{t-1}^* + \frac{X}{GDP} \left(\widehat{X}_t + \widehat{p}_t^X \right) - \frac{M}{GDP} \left(\widehat{M}_t + \widehat{p}_t^M \right)$$

18. Fisher-egyenlet

$$i_t = r_t + E_t \pi_{t+1}$$

19. Monetáris politika reakciófüggvénye

$$i_t = \rho^i i_{t-1} + (1 - \rho^i) \phi_\pi E_t \pi_{t+1} + \iota (1 - \rho^i) \widehat{GDP}_t + \kappa (1 - \rho^i) (\widehat{ER}_t - \widehat{ER}_{t-1}) + \epsilon^i$$

20. A külföldi kamat egyenlete

$$i_t^* = \xi i_{t-1}^* - (1 - \xi) \nu B_t^* + \epsilon^{Pr}$$

21. Sokk-egyenletek

$$\begin{aligned}
\widehat{\eta}_t^C &= \rho^C \widehat{\eta}_{t-1}^C + \epsilon_t^{\hat{C}} \\
\widehat{\eta}_t^{Inv} &= \rho^{Inv} \widehat{\eta}_{t-1}^{Inv} + \epsilon_t^{\hat{Inv}} \\
\widehat{\eta}_t^M &= \rho^M \widehat{\eta}_{t-1}^M + \epsilon_t^{\hat{M}} \\
\widehat{\eta}_t^X &= \rho^X \widehat{\eta}_{t-1}^X + \epsilon_t^{\hat{X}} \\
\widehat{\eta}_t^P &= \rho^P \widehat{\eta}_{t-1}^P + \epsilon_t^{\hat{P}} \\
\widehat{\eta}_t^{Pr} &= \rho^{Pr} \widehat{\eta}_{t-1}^{Pr} + \epsilon_t^{\hat{Pr}} \\
\widehat{Gov}_t &= \rho^{Gov} \widehat{Gov}_{t-1} + \epsilon_t^{\hat{Gov}} \\
\widehat{A}_t &= \rho^A \widehat{A}_{t-1} + \epsilon_t^{\hat{A}} \\
\widehat{P}_t^M &= \rho^{PM} \widehat{P}_{t-1}^M + \epsilon_t^{\hat{PM}} \\
\widehat{P}_t^X &= \vartheta \widehat{P}_{t-1}^X + (1 - \vartheta) E_t \widehat{P}_{t+1}^X - \vartheta_q \widehat{q}_t + \epsilon_t^{\hat{PX}} \\
\widehat{X}_t &= -\theta_x (\widehat{P}_t^X - \vartheta_x \widehat{P}_{t-1}^X) + \widehat{\eta}_t^X + h_x \widehat{X}_{t-1} + (1 - h_x) E_t \widehat{X}_{t+1}
\end{aligned}$$

2.5. Állandósult állapot és kalibrálás

Az állandósult állapot a modellnek az az állapota, ahol nincsenek sokkok és a rendszer vissza tud konvergálni ebbe a stabil, egyensúlyi pontba. Ez azért nélkülözhetetlen, mert az egyedi sokkok szimulálásakor központi feltétel, hogy a sokkok lecsengése után a modell visszatérjen kiinduló egyensúlyi állapotába. A modell egyensúlyi állapotának meghatározása, majd a kalibrálás egyszerűen elvégezhető a modell egyensúlyi egyenleteinek időindexszeinek elhagyásával.

A kalibrálás során egyes változók exogének vagy paraméterek, mások viszont endogén módon határozódnak meg, annak érdekében, hogy a GDP arányos értékek közel legyenek a valós adatok szerint mért értékekhez. Fontos, hogy olyan paramétereket endogenizáljunk, amelyek közvetetten vagy közvetlenül hatással vannak a kívülről megadott arányra. Az, hogy GDP arányos értékeket tekintünk ismertnek az nem okozhat problémát a steady state értékek meghatározásában, hiszen az egyensúlyi feltételekből kiszámolható a GDP, amelyből aztán meghatározhatóak lesznek a további szintbeli értékek is.

Az egyensúly meghatározása és a kalibrálás során exogénnek tekintetem a beruházás, a kormányzati kiadás, az export és az import GDP arányos értékét, hiszen ezek az adatok ismertek a korábban említett OECD adatbázisból. Ezeknek a segítségével kalibrálhatóvá vált az α és a GDP , illetve a többi szintbeli makrováltozó.

Tehát az OECD adatbázisból ismertek az EU15-re vonatkozó következő GDP arányos értékek: $\frac{Inv}{GDP} = 0,2036$, $\frac{Gov}{GDP} = 0,2094$, $\frac{M}{GDP} = 0,2650$ és $\frac{X}{GDP} = 0,2669$. Továbbá a

kalibrálás szempontjából fontos paraméterek értéke a következő: $\delta = 0,01$, $\sigma = 2$, $\eta = 2$, $h = 0,4$, $\Psi = 2$, $\varphi = 6$ és $q = P^M = P^X = P^H = P^{IM} = A = 1$. Ezek ismeretében az egyensúlyi értékek már egyszerűen meghatározhatóak.

Az Euler egyenletből kiszámítható az egyensúlyi reálkamatláb:

$$r = \frac{1}{\beta} - 1 = 0,0101$$

Az arbitrage-mentességi feltételből a tőke reál bérletidíja (állandósult állapotban $Q = 1$):

$$r^K = r + \delta \rightarrow r^K = 0,02$$

Ismert a következő összefüggés:

$$\begin{aligned} GDP &= p^H Y^H + qp^X X - p^H X \quad \text{amiből} \\ \frac{Y^H}{GDP} &= 1 - \frac{X}{GDP} (qp^X - p^H) = 1 \end{aligned}$$

Továbbá felírható az alábbi egyenlőség is:

$$\begin{aligned} \frac{Y^H}{GDP} &= \frac{C^H}{GDP} + \frac{Inv}{GDP} + \frac{Gov}{GDP} + \frac{X}{GDP} \\ \frac{C^H}{GDP} &= \frac{Y^H}{GDP} - \frac{Inv}{GDP} - \frac{Gov}{GDP} - \frac{X}{GDP} = 0,3201 \end{aligned}$$

Mivel feltételeztem, hogy az összes importot fogyasztásra fordítják, megállapítható az is, hogy $\frac{C^M}{GDP} = \frac{M}{GDP} = 0,2650$, amelynek segítségével már meghatározható a GDP arányos fogyasztás is:

$$\frac{C}{GDP} = p^H \frac{C^H}{GDP} + qp^M \frac{C^M}{GDP} = 0,3201 + 0,2650 = 0,5851$$

A beruházási függvényből adódik (mivel $S(1) = 0$), hogy:

$$\begin{aligned} \delta K &= Inv \\ \frac{\delta K}{GDP} &= \frac{Inv}{GDP} \rightarrow \\ \frac{K}{GDP} &= 20,36 \end{aligned}$$

Ahhoz, hogy a vállalat keresleti függvényeiből kiszámoljam a tőke reál bérletidíját és a reálbért, ahhoz előbb mc -t kell meghatározni. Ehhez csupán a Phillips-görbére van szükség, amely – annak köszönhetően, hogy $R(\cdot) = R'(\cdot) = 0$ – leegyszerűsíthető a következő formára:

$$mc = \frac{\varphi - 1}{\varphi} p^H = 0,8333$$

Így a tőkekeresleti-függvény átalakítása után már egyszerűen kalibrálható az α paraméter:

$$r^K = \alpha mc \frac{Y}{K}$$

$$\alpha = \frac{r^K}{mc} \frac{K/GDP}{Y/GDP} \approx 0,4886$$

A GDP kalkulálásához szükség van még a reálbér és a GDP arányos munka kiszámítására. A reálbér a határkölség egyenletének átalakítása után könnyen meghatározható:

$$mc = \frac{1}{A} \left(\frac{r^K}{\alpha} \right)^\alpha \left(\frac{w}{1-\alpha} \right)^{1-\alpha}$$

$$w = \frac{(1-\alpha)(Amc)^{\frac{1}{1-\alpha}}}{\left(\frac{r^K}{\alpha} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}}} \approx 7,5848$$

Ezután pedig a GDP arányos munka a munkakeresleti függvény átalakítása után egyszerűen kiszámolható:

$$w = \frac{(1-\alpha)mc}{L/GDP}$$

$$\frac{L}{GDP} = \frac{(1-\alpha)mc}{w} \approx 0,0562$$

Már csak a munkakínálati függvényt nem használtam fel, amelynek segítségével végül meghatározható a GDP szintbeli értéke is!

$$\left(\left(\frac{C}{GDP} GDP \right) (1-h) \right)^{-\sigma} w = \Psi \left(\frac{L}{GDP} GDP \right)^\eta$$

$$GDP \approx 9,9417$$

3. fejezet

Sztochasztikus sokk szimuláció

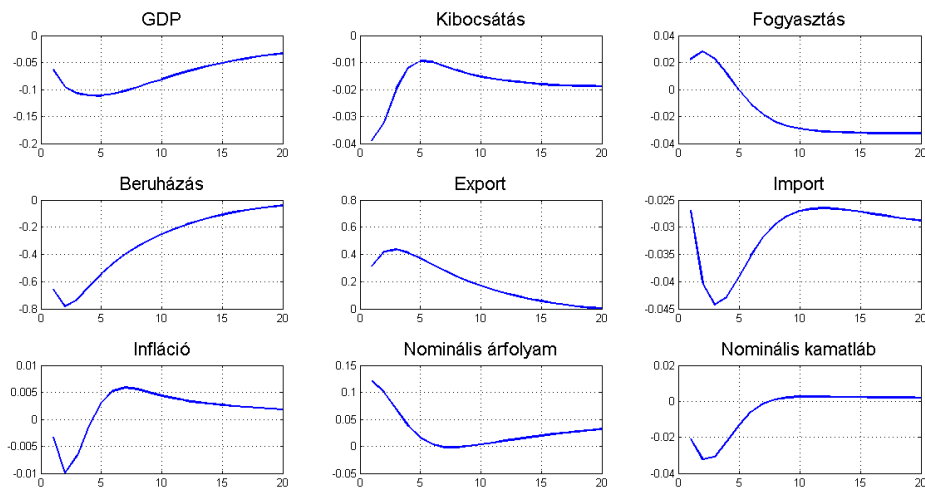
Az előző fejezetben felírt modell log-linearizált egyenleteit felhasználva a Dynare program segítségével teszteltem, hogy miképp hatnak egy egyensúlyi állapotban lévő gazdaságra a bevezetésben említett beruházási, importár és monetáris politikai sokkok. A fejezet során bemutatom ezek impulzusválasz-függvényeit, azaz szemléltetem, hogy az alappályától miként térnek el a modell legfontosabb endogén változói a sokkok hatására. Továbbá szemügyre veszem, hogy a kapott eredmények mennyire hihetőek, mennyire hasonlítanak az enyémnél komplexebb modellek eredményeihez, illetve a valósághoz, és hogy miként magyarázhatóak meg. Végül pedig megvizsgáltam, hogyha véletlen sokkokat kap a modell (technológiai, kormányzati, monetáris, preferencia, beruházási és prémium sokkok alkalmazása), akkor a modell tesztstatisztikái mennyire hasonlítanak az európai tényadatokhoz, amely alapján értékelhető az is, hogy a modell mennyire képes jól megmagyarázni a valós gazdaságpolitikai történeteket.

3.1. Beruházási sokk

Ebben az alfejezetben bemutatom, hogy miként reagál stilizált gazdaságom egy beruházási sokkra, ami például különböző hitelezési nehézségekből, vagy a vállalatok egyéb finanszírozási problémájából adódhat.

Az ϵ^{Inv} sokkjának hatására többek között megnövekedtek a tőke költségek és szigorodtak a hitelezési feltételek, amelyeknek eredményeképp a vállalatok csökkentették beruházásaikat és kibocsátásukat (ld. 3.1. ábra). A fogyasztás átmeneti, kismértékű emelkedése a beruházások csökkenésének tudható be, azonban a jövedelmi várakozások romlása nyomán később ez, illetve az import is visszaesett. A sokk hatására a nominális árfolyam gyengült, ami kedvező az exportőrök számára, így fellendült a kivitel. Mindezek eredményeképp csökkent a GDP, illetve az aggregált kereslet, amely az infláció mérséklődéséhez

vezetett. Ezt látván a monetáris döntéshozók lazább politikát folytathattak, így csökkentték a nominális kamatot, amely aztán a beruházások újbóli élénküléséhez vezet.



3.1. ábra. **Beruházási sokk**

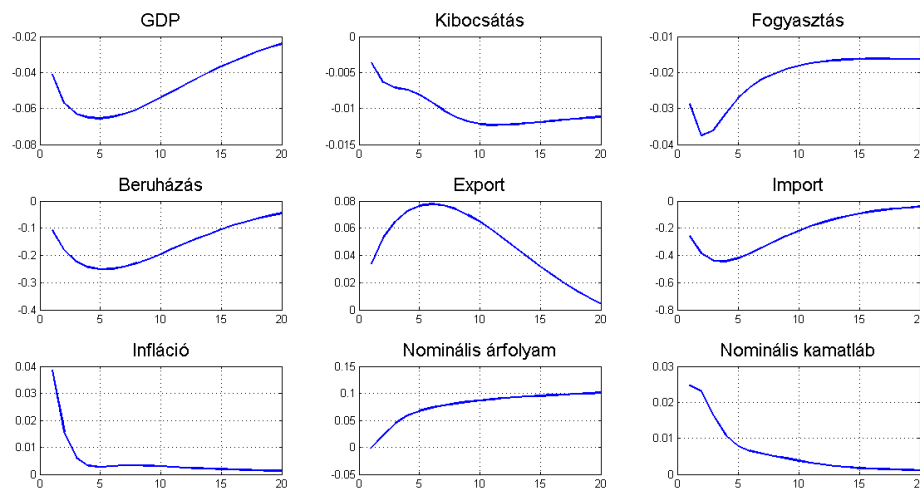
A beruházási sokk alkalmas lehet a 2008-as pénzügyi válság szimulálására is, hiszen ha az impulzusválasz-függvények eredményeit összehasonlítjuk az EU15 válságot követő tényadataival (ld. *1.1. ábra*), akkor számos párhuzamot találunk. Ilyen többek között, hogy a válság kirobbanását követően visszaesett a GDP, a beruházás és az import, illetve hogy a fogyasztás 2008 harmadik negyedévében még növekedett, aztán indult csak esésnek. Továbbá a tényadatok is azt mutatják, hogy válság során mérséklődött az infláció, s emellett a modell által endogén módon meghatározott kamatpálya – hasonlóan az európai kamatpolitikához – ösztönözni próbálta a gazdasági növekedést akkor, amikor nem volt inflációs fenyegetettség. A tényadatokkal csupán a nominális árfolyam, s így az export alakulása nem áll összhangban, hiszen 2008-at követően az euró erősödött a dollárral szemben, amely viszont nem kedvez az exportőröknek, így az is visszaesett.

Végül modellem hitelességét igazolja az is, hogy impulzusválasz-függvényeim több ponton is hasonlósítanak a Federal Reserve munkatársai által épített modell eredményeéhez, amelyben egy beruházási sokk hatására a GDP 0.05-0.1 és a beruházások 0.5-0.8 százalékkal estek vissza, míg a fogyasztás a sokk pillanatában 0.04 százalékkal növekedett, s ezt követően pedig csaknem 0.02 százalékkal csökkent. (Chung et.al. [2010])

3.2. Importár sokk

A most bemutatott sokk azt igyekszik illusztrálni, hogy hogyan érint egy egyensúlyi helyzetben lévő gazdaságot az importár hirtelen megemelkedése. Ezzel a sokkal szeretném szemléltetni, hogy miként hatna egy energiaimportőr gazdaságra az energia- és/vagy olajárak nagymértékű emelkedése.

A 3.2. ábrán jól látható, hogy az importár sokk (ϵ^{PM} sokkja) hatására visszaesett az import, s ennek köszönhetően a fogyasztás is. A csökkenő hazai kereslet miatt a vállalatok csökkentették kibocsátásukat, továbbá a nominális árfolyam – az exportőröknek kedvező – leértékelődésének köszönhetően növelték exportjukat. Továbbá az importált termékek áremelkedése belföldön is inflációt gerjesztett – amelyre a monetáris politika a nominális kamatok emelésével reagált. Emellett ugyan az importárak növekedése csökkentette az importot, s így javította a nettó exportot, azonban az áremelkedésből származó jövedelemhatás és a kamatok emelkedése tovább csökkentette a fogyasztást és a beruházást. Mindezeket egybevetve végül a fogyasztás, a beruházás és az import visszaesése a GDP csökkenéséhez vezetett.



3.2. ábra. **Importár sokk**

Az 1.5. ábrán látható olajár idősor alapján kiszámoltam, hogy 2011 első negyedében az előző negyedévhez képest 20 százalékos olajár-emelkedés volt tapasztalható, amihez hasonló volt tapasztalható 2005 harmadik negyedében is, ezért ezen időszak makrogazdasági változóival vettem össze modellem eredményeit. A valósággal konzisztens például, hogy a 2005-ös 20 százalékos olajársokkot követően az infláció 1 százalékpontot növekedett éves átlagban, míg modellemben egy ugyanilyen mértékű sokk

1.2-1.3 százalékpontos növekedést mutatna. Hasonlóan párhuzamba állítható a 2005-ös 0.5-0.7 százalékos GDP csökkenés stilizált gazdaságom 0.04-0.06 százalékos esésével. Az árszínvonal növekedés láttán az EKB döntéshozói az irányadó rátát 2005 negyedik, illetve 2006 folyamán többször is 25 bázisponttal emelték (összesen 150 bázisponttal), amely szintén összhangban áll eredményeimmel. Továbbá a tényadatokhoz hasonlóan modellemben is visszaesett a fogyasztás, a beruházás és az import, illetve hosszabb távon gyengült a nominális árfolyam.

Modellem impulzusválasz-függvényeit összehasonlítottam a Chilei Központi Bank munkatársai által alkotott, kifejezetten az olajár sokkok vizsgálatát célzó modell eredményeivel¹, s ismét több hasonlóságot fedeztem fel, kifejezetten a GDP, az infláció, a kamatlábak, a reálárfolyam és a reálberek tekintetében. Továbbá Baumeister et. al. [2009] szerint egy olajár sokk következményeinek (és a rá adott monetáris politikai reakciónak) vizsgálata három fontos tényezőtől függ, amelyek a következők: a sokk eredete (keresleti vagy kínálati), a vizsgált gazdaság olajhoz való viszonya (exportőr vagy importőr), illetve a sokk ideje.

Eredetét vizsgálva a jelenlegi sokkot nem a globális olajkereslet növekedésének, hanem a kínálati tényezők okozta változásnak tulajdonítottam, illetve az Európai Unió gazdaságát nyilvánvalóan importőrnek tekintettem – mint ahogy ezeket a bevezetésben kifejtettem. (Idejét nézve a cikk csupán arra világít rá, hogy a 21. század olajár sokkjai különböznek a '70-'80-as évek sokkjaitól.) Mindezeket figyelembe véve modellemben a cikkben bemutatott, olajimportőr ország által tapasztalt kínálati sokkkal vettem össze, amely rávilágított arra, hogy egy ilyen gazdaságnak a reál GDP csökkenésével, a fogyasztói árszínvonal és a nominális kamatlábak növekedésével, illetve a reálárfolyam erősödésével kell szembesülnie – amelyek mind összhangban állnak eredményeimmel.

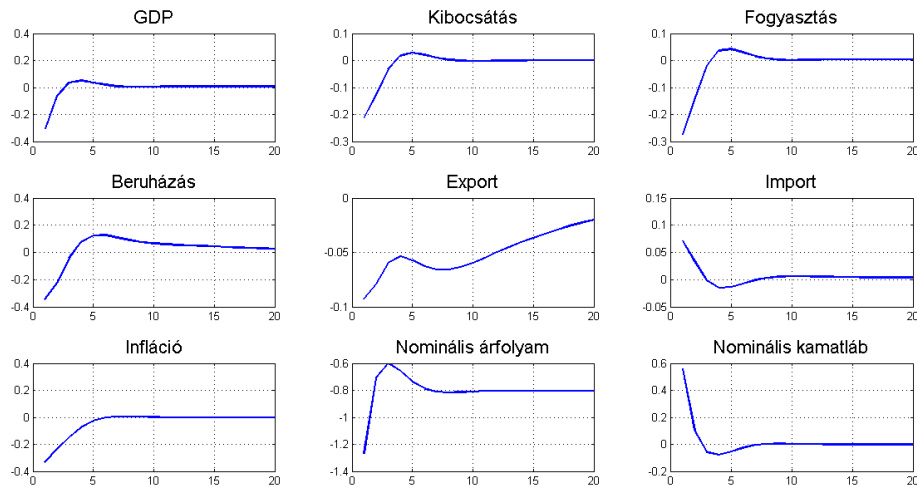
3.3. Monetáris politikai sokk

Ebben az alfejezetben a restriktív monetáris politikai sokk, azaz a nominális kamatok emelkedésének következményeit mutatom be. Így előzetesen illusztrálom, hogy a címben is szereplő kamatemelésnek milyen hatása lenne a legfontosabb makrováltozók pályájára, s látható lesz, hogy milyen pozitív és negatív fejleményekkel kellene szembesülniük a gazdasági szereplőknek egy monetáris szigorítást követően.

Ahogy a 3.3. ábrán is látható, a monetáris politikai sokk természetesen dezinflációt

¹Medina and Soto [2005] cikke egész pontosan azt vizsgálja, hogy különböző monetáris politikai rezsimekben milyen következményei lesznek egy olajáremelkedésnek – modellemben természetesen az inflációs célkövetés rendszerének eredményeivel vettem össze

eredményez, és így a reálkamatok emelkedéséhez vezet – ami pedig a tapasztalatoknak megfelelően visszafogja a beruházásokat és a fogyasztást. A visszaeső kereslet és az árak esése miatt a vállalatok csökkentik kibocsátásukat is, s emiatt az általuk megtermelt export is mérséklődött. A dezinfláció továbbá a nominális árfolyam erősödését eredményezi, ami viszont kedvező az importőrök számára – ennek köszönhetően növekszik a külföldről behozott áruk mennyisége.



3.3. ábra. Monetáris politikai sokk

Impulzusválasz-függvényeimet az EKB New Area Wide Model eredményeivel összehasonlítva több hasonlóságot is találtam (Christoffel et. al. [2008]). Ebben a modellben a GDP 0.2-0.3, a fogyasztás 0.2-0.4, a beruházás 0.4-0.6, az infláció pedig 0.15 százalékkal esett vissza – amelyek rendkívül hasonlítanak saját DSGE-modellem eredményeire! Tendenciájukat tekintve pedig további párhuzam található a foglalkoztatottság és a bérek alakulása között is.

3.4. A modell tesztstatisztikái

Annak érdekében, hogy megvizsgáljam, hogy maga a modell mennyire hiteles, egyszerre alkalmaztam prémium, monetáris politikai, technológiai, kormányzati, beruházási és preferencia sokkot, majd ezen szimuláció eredményeit összehasonlítottam az európai tesztstatisztikákkal².

²Ezen alfejezetben bemutatott számokat a bevezetésben is említett OECD adatbázis adataiból számoltam ki

3.4.1. GDP szórásával normált szórások

A szórás megmutatja, hogy a GDP pályájához mérten mennyire simább pályát írnak le a különböző változók. Az európai stilizált tények szerint a beruházás, az export és az import jóval volatilisebben mozog a GDP-nél, s a beruházást és az exportot tekintve ezt modellem igen jól reprodukálja. További hasonlóság, hogy a fogyasztás a GDP-nél simítottabb pályát ír le (ld. 3.1. táblázat).

3.1. táblázat. GDP szórásával normált szórások

	$C \left(\frac{\sigma_C}{\sigma_{GDP}} \right)$	$Inv \left(\frac{\sigma_{Inv}}{\sigma_{GDP}} \right)$	$Ex \left(\frac{\sigma_{Ex}}{\sigma_{GDP}} \right)$	$Im \left(\frac{\sigma_{Im}}{\sigma_{GDP}} \right)$
Modell	0.6663	3.2502	2.3390	0.6824
EU15	0.5459	2.6022	3.1519	3.0217

Azonban a valósággal ellentétben, modellemben az importnak is kiegyensúlyozottabb a pályája, mint a GDP-nek – ez a simítottság minden bizonnyal az importárakba beépített ragadósság miatt van így – de hogyha ismét visszatekintünk az impulzusválaszfüggvényekre, látható, hogy az import alakulása nagyjából megfelelt a várakozásoknak és a tapasztalatoknak, továbbá az import – mivel modellemben csak a fogyasztásban szerepelt – termelésbe és beruházásba való beépítése tovább javítaná a tesztstatisztikát.

3.4.2. A változók autokorrelációja az alapadatok és első differencia mellett

Az autokorreláció a perzisztenciát számszerűsíti, s mivel egyes makrováltozók véletlen bolyongást követnek, ezért szükséges volt differenciáikat is megvizsgálni. Jól látható, hogy mind az alapadatok, mind az első differenciák esetében nagyon hasonló eredményeket kaptam a tényadatokhoz (ld. 3.2. táblázat).

Könnyen észrevehető, hogy a GDP, a fogyasztás, a beruházás, az export és az import rendkívül perzisztens – ugyanúgy, ahogy a valós adatokon látszik. Továbbá a modellben, s majdnem Európában is a beruházás differenciájának autokorrelációja a legmagasabb, ami azt jelzi, hogy ezen változó a kilengést követően csak hosszú idő után tér vissza a trend körüli pályához. Végül, a többi változó differenciájának autokorrelációja is igen erősen korrelál a tényadatokkal, ám ezek a sokk után gyorsabban visszatérnek egyensúlyi állapotukba.

3.2. táblázat. **A változók autokorrelációja az alapadatok és első differencia mellett**

		GDP	C	Inv	Gov	Ex	Im
Modell	$\rho(\xi_t, \xi_{t-1})$	0.9322	0.9131	0.9630	0.8900	0.9328	0.9436
EU15	$\rho(\xi_t, \xi_{t-1})$	0.9099	0.9132	0.9314	0.6569	0.8697	0.8866
Modell	$\rho(\Delta\xi_t, \Delta\xi_{t-1})$	0.1849	0.2101	0.5961	-0.0083	0.3779	0.4163
EU15	$\rho(\Delta\xi_t, \Delta\xi_{t-1})$	0.6549	0.3614	0.6016	-0.2525	0.5479	0.5455

4. fejezet

Összetett sokkok elemzése

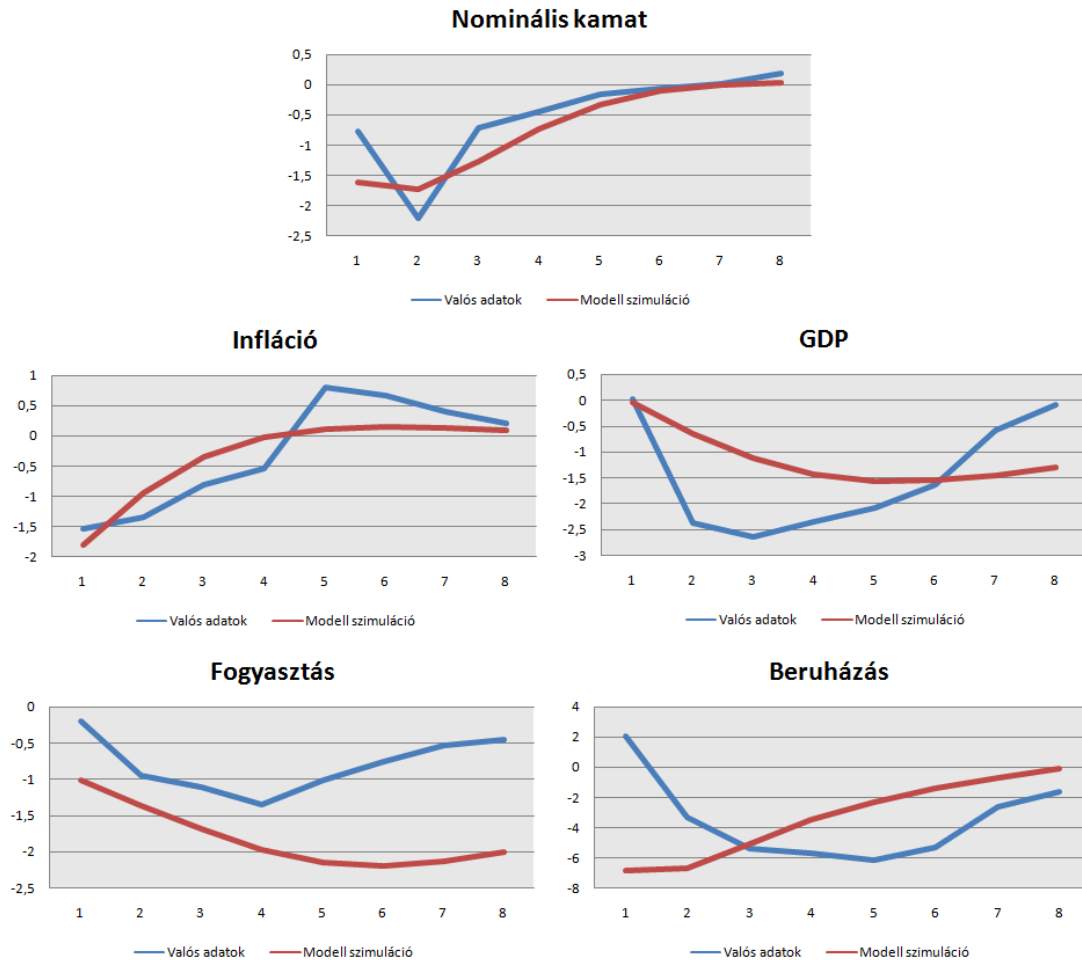
Ebben a fejezetben azt vizsgálom meg, hogy milyen következményei lehetnek annak, ha egy válságból épp kilábaló gazdaságot egy importár sokk ér. Annak érdekében, hogy ez az elemzés hiteles legyen, először olyan sokkokat keresek, amelyek a valósághoz a lehető leghűbben reprodukálják a 2008-as pénzügyi válságot követő gazdasági eseményeket. Ezt követően alkalmazom az importár sokkot, végül pedig megvizsgálom, hogy a kialakult helyzetben milyen hatása van az egyes monetáris politikai lépéseknek (szimuláció által indukált kamatemelés, azon túli szigorítás, vagy a kamat szinten tartása).

4.1. Pénzügyi válság ...

A pénzügyi válság szimulálásának elkészítése során az volt a célom, hogy 2-3 különböző értékű sokk képes legyen reprodukálni egy olyan válság-történetet, amely eredményei közel állnak a 2008-as subprime válság során tapasztalható tényadatokhoz. Ehhez az kellett, hogy a gazdaságot olyan sokkok érhék, amelyek által a GDP és a fogyasztás átlagosan közel 2, a beruházás 6, illetve az infláció 1.5 százalékkal térjen el a trend körüli értékétől. Ezt a szimulációt különböző mértékű beruházási, preferencia és mark up sokkok alkalmazásával értem el, amelyek eredményeképp a modell reprodukálni tudta az EKB válság utáni rendkívüli kamatpolitikáját. (ld. 4.1. ábra)

Ebben a fejezetben már csak azokat az impulzusválasz-függvényeket fogom részletesen elemezni, amelyek a monetáris politikai döntéshozók számára a leglényegesebbek lehetnek. Ennek jegyében természetesen bemutatom az infláció impulzusválasz-függvényét, annak érdekében, hogy értékelni tudjam a monetáris politika elsődleges céljának elérésének eredményességét. Ezenkívül ábrázolom még a GDP, a fogyasztás és a beruházás impulzusválasz-függvényeit, azzal a céllal, hogy látható legyen, hogy az ár-színvonal stabilizálásának milyen további következményei vannak a gazdasági növeke-

désre, illetve azért, hogy meg tudjam válaszolni azt a kérdést, hogy milyen árszínvonal stabilizáló politikával lehetne a leghatékonyabban támogatni a gazdasági fellendülést.



4.1. ábra. **Valóság vs. Modell**

S hogy miként magyarázhatóak a sokkok és az általuk nyert eredmények? A beruházási sokk alkalmazását indokolja – mint ahogy arra röviden már az előző fejezetben is utaltam –, hogy a subprime válságot követően világszerte bizonytalanság uralkodott el a pénzügyi piacokon, a nemzetközi befektetők fokozódó bizalomvesztése és növekvő kockázatkerülése volt tapasztalható, amely a romló pénzügyi és gazdasági környezetnek, valamint a bankok és pénzügyi intézetek növekvő likviditási, refinanszírozási és szolvencia-kockázatának volt köszönhető. Így a növekvő pénzügyi kockázatok miatt befagytak a hitelpiacok, romlott a hitelezés, illetve szigorodtak a hitelfeltételek, amelyeknek köszönhetően visszaestek a beruházások. Továbbá a válság tényadatait segített reprodukálni egy negatív mark-up sokk használata, amely hozzájárult az infláció pályájának megfelelő

leírásához, illetve a negatív preferencia sokk, ami a tényadatokhoz hasonló fogyasztási pályáját eredményezett.

Ezen sokkok alkalmazása után a szimuláció eredményei összhangban állnak a válság korábbi fejezetekben bemutatott következményeivel, röviden összefoglalva a háztartások fogyasztásának, a beruházás, illetve az infláció visszaesésével. A beruházások újbóli fellendítésének érdekében az európai monetáris döntéshozók igyekeztek csökkenteni a hitelek árát, így mérsékeltek a nominális kamatokat. Az előbbi három tényező visszaesése eredményeképp a GDP is hanyatlásnak indult.

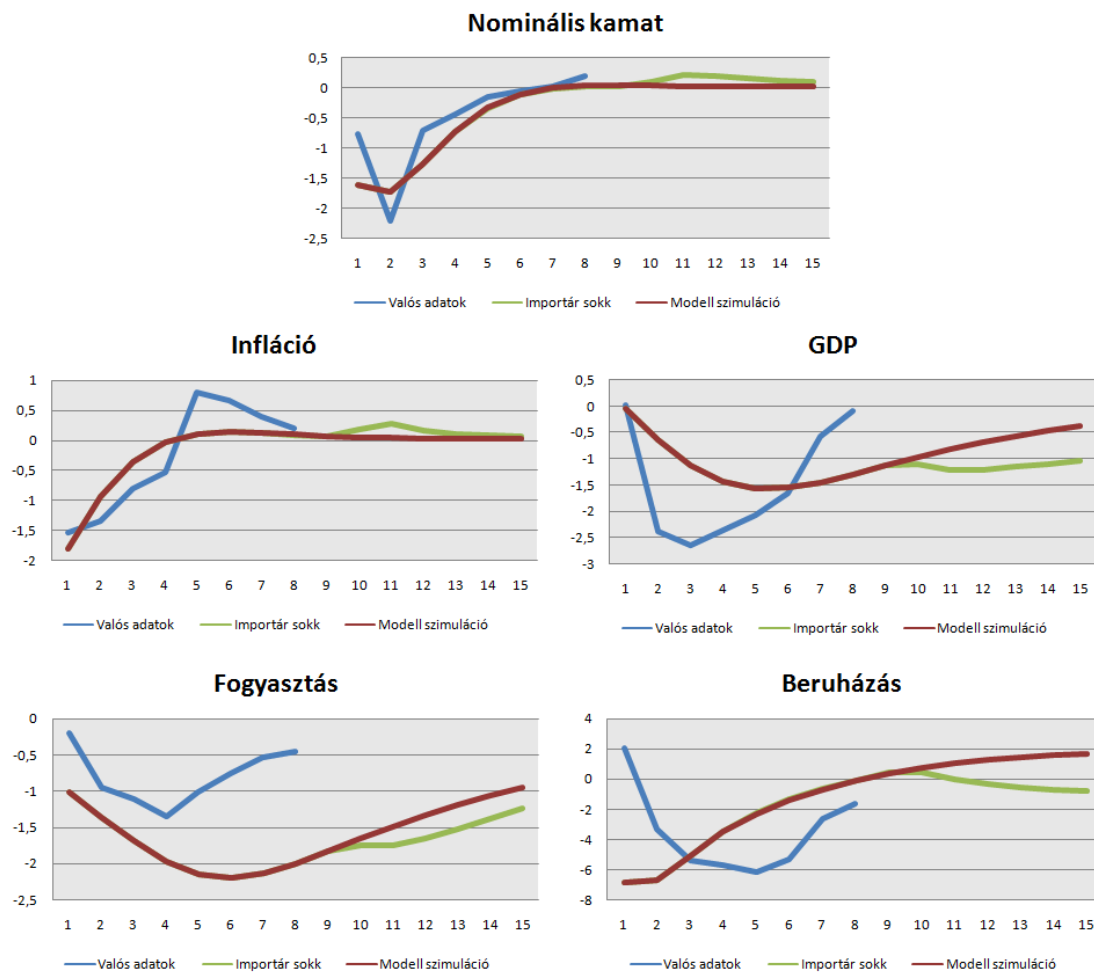
A laza kamatok kedveznek a beruházási kereslet felélénkítésének, azonban ennek növekedése – a beruházások magas perzisztenciája miatt – csak igen lassan valósul meg. A 4.1. ábra tényadatai azt mutatják, hogy 2010 harmadik negyedévére még sem a beruházások, s a fogyasztás és a GDP sem tért vissza az egyensúlyi pályára, azonban az infláció a fellendülő kereslet eredményeképp már növekedésnek indult. Továbbá megjegyzendő az is, hogy a nominális kamat folyamatos enyhülése után az már a 6. periódusban újra egyensúlyba került – csakúgy, mint Európában, ahol 2009 májusában 1 százalékra csökkent, s azóta is ezen a szinten áll.

4.2. Olajár-emelkedés ...

Tehát az előbb bemutatott helyzetben van jelenleg az európai gazdaság. Már lassan visszatérnének a makrogazdasági változók egyensúlyi állapotukba, azonban napjainkban újabb aggodalmat okoznak az emelkedő energiaárak. Ennek fényében most bemutatom, hogy milyen következményei lehetnek annak, ha egy importár sokk éri a gazdaságot.

Az importár megfelelő mértékű sokkjainak megtalálásához először is arra kellett adnom egy becslést, hogy miként alakulnak majd év során az olajárak. A bevezetésben említett scenáriók alapján 2011-re körülbelül 120 dolláros éves átlagárat kalkuláltam, s ezek, illetve az előző fejezetben említett chilei modell és korábbi európai tényadatok alapján számoltam ki a következő időszakra vonatkozó inflációs várakozásokat – s ezt reprodukáló importár sokkot adtam a modellnek. (Az első két időszakra ennek mértéke igen jelentős, a következő kettőben mérsékeltebb, továbbá még az ezeket követő két periódusban további kisebb, pótlólagos sokkokat adtam, amely az importár sokk lassú begyűrűzése miatt jelentkezhet.)

A 4.2. ábrán a 4.1. ábra olajár sokkal bővített szimulációja látható, amelyen az előbbihez hasonlóan a kék színű görbék ábrázolják a tényadatokat, a vörösek a válság-szimulációt, illetve az új, zöld görbék pedig az importár sokk hatását. Az eredmények egyértelműen azt mutatják, hogy az importár sokk az éppen fellendülésben lévő gazda-



4.2. ábra. Válságot követő importár sokk

ságnak tovább lassíthatja az egyensúlyhoz való visszatérését. Hiszen a GDP és a fogyasztás impulzusválasz-függvényei már lassan visszatérték volna egyensúlyi értékeikhez – illetve a beruházásoké már meg is haladta azt – amit azonban a sokk megakadályozott. Emellett az olajárak emelkedése az infláció növekedéséhez is vezetett, amelyre a modell szimuláció alapján a monetáris politika pedig a nominális kamatok emelésével reagált.

S hogy mennyire hihető ez az eredmény? Erre egyszerűen választ kaphatunk, ha összehasonlítjuk a nominális kamatokra készült szimulációt és az eurózona becsült hozamgörbéjét.¹ A szimuláció szerint a nominális kamat a sokkot követő évben összesen körülbelül 80 bázisponttal emelkedik (ez úgy adódott, hogy az ábrán is látható 0.2 értékű emelkedést annualizáltam), s az EKB honlapján közölt hozamgörbe becslésről pedig egy ugyanilyen mértékű növekedés olvasható le a 3 hónapos kincstárjegy éves hozamát

¹<http://www.ecb.int/stats/money/yc/html/index.en.html> , letöltés dátuma: 2011. március 23.

illetően. Azaz az általam számolt szimuláció emelési javaslata konzisztens a forward hozamokban számolt, szintén közel 80 bázispontos hozamemelkedéssel.

További érdekes jelenség, hogy az EKB hivatalos hozamgörbe számításai szerint a forward hozamok még egy év eltelte után is tovább emelkednek. Ez azzal magyarázható, hogy a dolgozat írásának időpontjára a piaci szereplők beárazhatták azokat a nem hivatalos információkat, amely szerint az EKB kamatot fog emelni.

4.3. Kamatemelés?

Ezzel az alfejezettel jutottam el dolgozatom fő célkitűzéséhez, amelyben megvizsgálom, hogy milyen monetáris politikai lépés tudná az olajár sokkot követő helyzetben leginkább támogatni az árstabilitás megteremtését és a gazdasági növekedést. Ha kicsit szemügyre vesszük az elmúlt hónapok európai monetáris politikai kérdéseit, akkor azt tapasztalhatjuk, hogy a döntéshozók számára még az energiaárak emelkedése előtt is fejtörést okozott, hogy a fellendüléssel együtt megjelenő növekvő inflációra érdemes lenne-e kamatemeléssel reagálni. Most, hogy a növekvő olajárak további inflációs veszélyeket jelentenek, még aktuálisabbá vált a szigorítás kérdése.

Mindezek fényében megvizsgálom, hogy a válságból való kilábalást követően olajár-emelkedést tapasztaló gazdaság számára milyen monetáris politikai lépés lenne a legmegfelelőbb. Az előző alfejezet eredményei már bemutatták, hogy miként alakulnak a főbb makrogazdasági változók, ha a szimuláció által indukált, 80 bázispontos kamatemelés történik. Azonban ettől az európai monetáris politika természetesen eltérően is viselkedhet – ezen eltérések közül pedig két eset igazán releváns és érdekes.

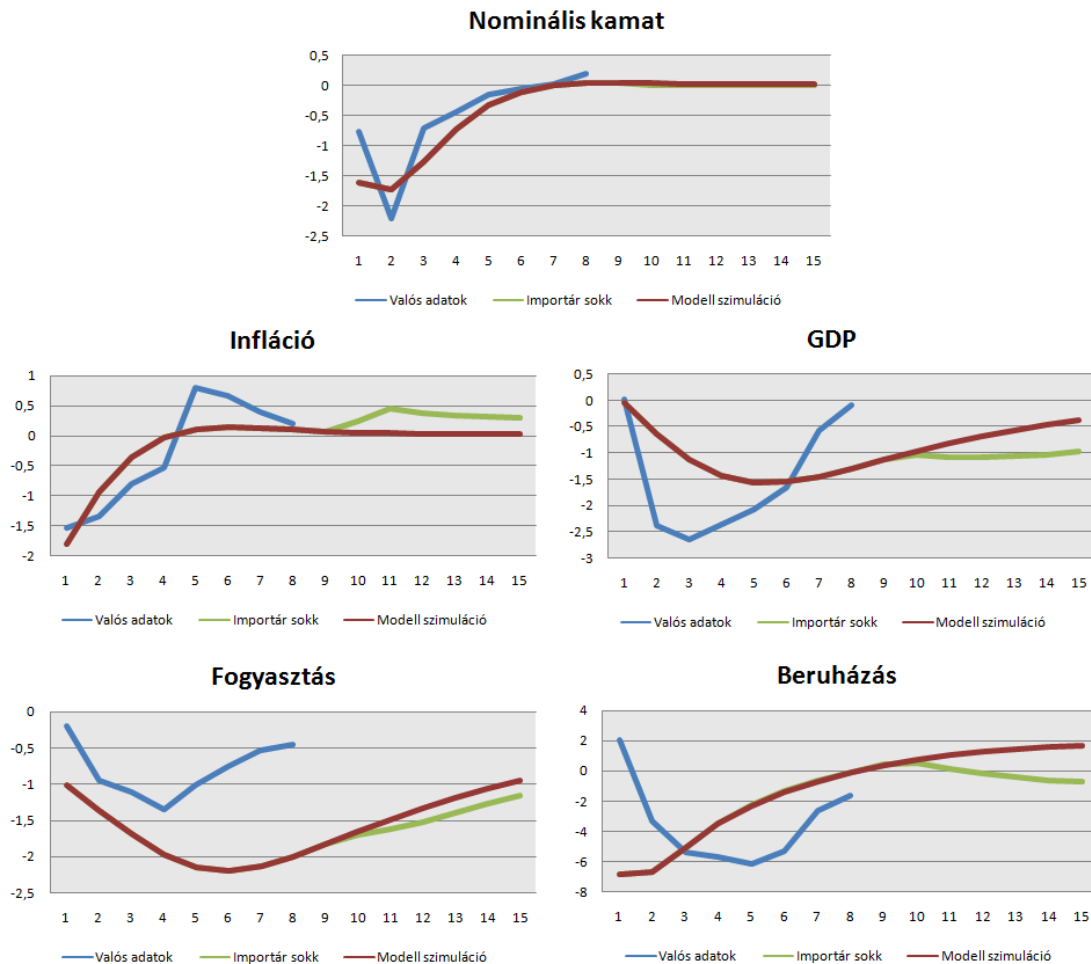
Az egyik lehetséges, az előbbi szimulációtól eltérő reakció lehet, ha a monetáris politika nem szigorít, azaz további teret enged a reálgazdasági növekedésnek és az európai fellendülésnek, de egyúttal az árszínvonal növekedésének is.

A másik esetben a monetáris politika a modellem által feltételezett reakciónál szigorúbb lépéssel igyekezné megvalósítani az árstabilitást úgy, hogy az infláció nulla legyen, azonban ebben az esetben nagyobb reálgazdasági áldozatokkal kell számolni.

A 4.3. ábrán látható, hogy mi történik akkor, ha a monetáris politika az importár sokkot követően egyáltalán nem emel kamatot. Ennek a politikának az egyik legfontosabb következménye, hogy az infláció jobban és tartósabban megemelkedik, mint az előző – 80 bázispontos szigorítással együtt járó – esetben, azaz a monetáris politikának nem sikerült megvalósítania az árstabilitást.

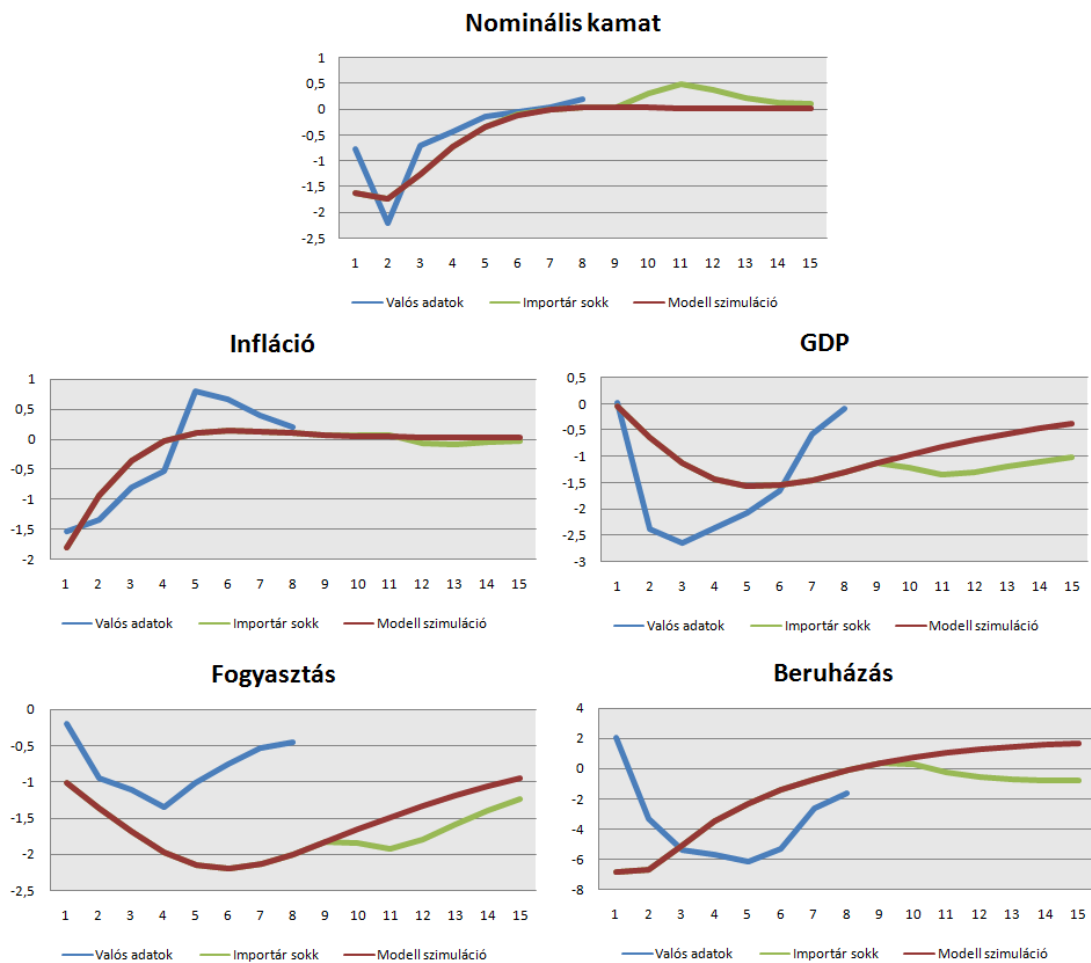
Ezen „intézkedésnek” az lehet a magyarázata, hogy kedvez Európa további növekedé-

sének – azonban ez nem teljesen igaz. Ha összehasonlítjuk a 4.2. és 4.3. ábrákat, akkor látható, hogy a semleges monetáris politika a GDP, a fogyasztás és a beruházás esetében is csupán kismértékben mérsékli a reálgazdasági visszaesést, továbbá hogy a vizsgált időszak végére mindkét esetben ugyanoda jutnak a változók – azaz ez a politika nem képes hosszabb távon hatékonyan támogatni a fellendülést.



4.3. ábra. A nominális kamatláb szinten tartása

Végül a 4.4. ábrán pedig megvizsgálom, hogy miként reagál a gazdaság, ha a monetáris politika az alapmodell által kiváltott 80 bázispontos emelésen túl is szigorít. Ezzel a lépéssel teljesült az elsődleges cél, azaz az árstabilitás megteremtése.



4.4. ábra. A nominális kamat további emelése

Az európai tapasztalatok azt mutatják, hogy a monetáris döntéshozók tartanak ettől a lépéstől, mondván, hogy megfékezheti a reálgazdasági növekedést, s esetleg újabb visszaesést is eredményezhet. Szimulációm eredménye nem ezt mutatja, mert ugyan a sokkot követő néhány időszakban az alappályánál kicsit jobban csökken a GDP, a fogyasztás és a beruházás, azonban a vizsgált időszak végére ugyanabba a pontba jutnak a változók, mint a 4.2. ábrán.

Összefoglalásképp számszerűen is bemutatom a válság-szimuláció eredményeit, illetve az olajár sokk és a rá adott különböző monetáris politikai reakciók következményeit. A 4.1. táblázataiban az éves átlagos növekedési ütemek szerepelnek (kamatláb esetén pedig az éves átlagos kamatláb eltérése az átlagos kamatlábtól százalékpontban), így látható például, hogy a válságból való kilábalás során már 0.55 százalékos éves átlagos GDP növekedés lett volna tapasztalható, azonban az olajár sokk bekövetkezése miatt ez a mutató

0.38 százalékra csökkent.

A táblázatokból kiolvasható, hogy ha a monetáris politika az olajár sokkot követően egyáltalán nem emel kamatot, azzal ugyan átmenetileg támogatja a GDP, a fogyasztás és a beruházás fellendülését, azonban hosszabb távon ezek a számok mind a második táblázat adatai alatt vannak, azaz lassítja a gazdasági növekedést. Továbbá a monetáris politika szempontjából legfontosabb változó, az infláció pedig mindvégig dinamikusabban növekedne, mint az alapesetben. Mindezeket figyelembe véve a nominális kamat szinten tartása nem lenne ésszerű lépés.

4.1. táblázat. A különböző monetáris politikai reakciók összehasonlítása

Kilábalás a válságból

	Kamat	Infláció	GDP	C	Inv
Y1	0.10	0.31	0.57	0.55	2.00
Y2	0.04	0.12	0.48	0.57	0.74
Y3	0.01	0.05	0.29	0.38	0.11

Importár sokk által indukált kamatemelés

	Kamat	Infláció	GDP	C	Inv
Y1	0.57	0.56	0.31	0.38	1.21
Y2	0.48	0.52	0.10	0.44	-0.82
Y3	0.21	0.20	0.32	0.47	0.22

Semleges monetáris politika

	Kamat	Infláció	GDP	C	Inv
Y1	0.03	0.75	0.38	0.46	1.32
Y2	0.00	1.37	0.09	0.46	-0.83
Y3	0.00	0.92	0.28	0.41	0.05

Szigorúbb monetáris politika

	Kamat	Infláció	GDP	C	Inv
Y1	1.19	0.30	0.22	0.28	1.07
Y2	0.53	-0.15	0.19	0.52	-0.67
Y3	0.28	-0.04	0.32	0.49	0.30

Emellett a táblázatok azt is világosan bemutatják, hogy a szigorúbb monetáris politika (az olajár sokk évében körülbelül 120 bázispontos emeléssel, majd az azt követő években további 80 bázispontos szigorítással) csupán a sokkot közvetlenül követő időszakokban lassítaná a GDP, a fogyasztás és a beruházás növekedését, azonban pontosan látszik az is, hogy hosszabb távon a GDP ugyanolyan mértékben, míg a fogyasztás és a beruházás pedig gyorsabban növekedne, mint az alappályán. Ráadásul a monetáris politika teljesítette elsődleges célját is (az infláció oszlopában látható számok átlaga közel nulla) – így modellem alapján egyértelműen ez a beavatkozás tűnik az európai gazdaság számára a legkedvezőbbnek.

5. fejezet

Összefoglalás

Dolgozatomban arra a releváns gazdasági kérdésre kerestem a választ, hogy milyen monetáris politikai reakció lenne a legkedvezőbb egy olyan gazdaságban, ahol nemrégiben egy tartós negatív keresleti sokk következtében a beruházás és a fogyasztás tartósan visszaesett. A monetáris politika ez idáig – alapvetően inflációs félelmek nélkül – igyekezett támogatni a reálgazdasági fellendülést, de a kilábalás közepette újabb, az olajár-emelkedésből adódó importár növekedéssel kell szembenéznie a gazdasági szereplőknek.

A téma aktuális, hiszen ugyanez a kérdés okoz fejtörést az Európai Központi Bank döntéshozói számára: a gazdasági válságból épp felgyógyuló Európában kezdte felütni fejét az infláció, s a veszélyt tovább fokozzák a napjainkban tapasztalható növekvő energia-, nyersanyag- és olajárak. Emellett az elmúlt időszakban több olyan nyilatkozat is napvilágot látott, amely szerint a *„fokozódó infláció miatt éberségre van szükség”* (Portfolio [2011b]).

Azzal a céllal, hogy a fenti a kérdésre választ adjak, dolgozatomban építettem egy DSGE-modellt, amely tartalmazza a fontosabb reál- és nomináलगadósságokat (external habit, Tobin-Q, importköltség beépülés, indexálással kiegészített árragadósság). Ez a modell az empirikus tapasztalatokhoz és más tanulmányokhoz is közelálló eredményeket és hitelesnek tekinthető impulzusválasz-függvényeket mutatott a beruházási, az importár és a monetáris politikai sokkokra, továbbá a modell tesztstatisztikáinak többsége is közel állt az EU15-ben mért tényadatokhoz.

Dolgozatom következő fejezetében bemutattam egy olyan szimulációt, amely valósághűen reprodukálta a 2008-as pénzügyi válság után tapasztalható makrogazdasági változók alakulását. Ezt követően alkalmaztam az importár sokkot, azzal a céllal, hogy megvizsgáljam, hogy milyen következményekkel jár, ha egy válságból felépülő gazdaságnak növekvő olajárakkal kell szembenéznie. Az így kapott impulzusválasz-függvények azt mutatták, hogy a gazdasági fellendülés megtorpanna, s az infláció fokozódna – amire a

monetáris politika kamatemeléssel reagálna.

Ezt követően szemügyre vettem két alternatív monetáris politikai reakciót. Az első, az előbbtől eltérő politika szerint a monetáris politikai döntéshozók nem emelnek kamatot, attól tartva, hogy az még inkább veszélyeztetné a fellendülést. A szimuláció eredményei azt mutatták, hogy a kamat szinten tartása nem lenne ésszerű lépés, hiszen amellet, hogy magas árszínvonalat eredményezne, még a reálgazdasági növekedést sem támogatja ez a politika.

A másik alternatíva azt mutatta be, hogy milyen következményei lennének annak, ha a monetáris döntéshozók az olajár sokk által indukált kamatemelésen túl is szigorítanak, tartva a fokozódó inflációtól. Ennek a szimulációnak az eredményei azt mutatták, hogy a monetáris politikai döntéshozóknak úgy sikerült elérniük az elsődleges célt, az árstabilitás fenntartását, hogy csupán átmeneti és kismértékű reálgazdasági visszaesést okoztak, viszont hosszabb távon a gazdasági fellendülést is támogatták – így véleményem szerint egy ilyen beavatkozás lenne a legkedvezőbb Európa számára is.

További elemzéseket lehetne készíteni arra vonatkozóan, hogy mely monetáris politikai reakció maximalizálná a társadalmi jólétet, vagy milyen következményei lennének annak, ha az olajárak tartósan magasán maradnának – azonban ezeknek a kérdéseknek a megválaszolása már egy másik dolgozat témáját képezik.

Irodalomjegyzék

Arpa, M., Crespo-Cuaresmo, J., Gnan, E. and Silgoner, M. A. [2006]: *Oil Price Shock, Energy Prices and Inflation - A Comparison of Austria and the EU, in Monetary Policy & the Economy*. Austrian Central Bank, Vienna.

Baksa D. [2010]: *Alkalmazott DSGE modellezés – Jegyzet*. Budapesti Corvinus Egyetem, Makroökonómia Tanszék.

Belkin, P. [2008]: *The European Union's Energy Security Challenges*. Congressional Research Service, Prepared for Members and Committees of Congress.

Baumeister, C., Peersman, G. and Van Robays, I. [2009]: *The Economic Consequences of Oil Shocks: Differences across Countries and Time*. Conference on Inflation Challenges in an Era of Relative Price Shocks, Münster and Sydney, 2009.

Christoffel, K., Coenen, G. and Warne, A. [2008]: *New Area Wide Model of the Euro Area*. European Central Bank, Frankfurt am Main.

Chung, H. T., Kiley, M. T., Laforge, J. P. [2010]: *Documentation of the Estimated, Dynamic, Optimization-based (EDO) Model of the U.S. Economy: 2010 Version*. Federal Reserve Board, Washington, D.C.

European Central Bank [1999]: *Monthly Bulletin, February 1999*. European Central Bank, Frankfurt am Main.

European Central Bank [2008a]: *Monthly Bulletin, August 2008*. European Central Bank, Frankfurt am Main.

European Central Bank [2008b]: *Monthly Bulletin, December 2008*. European Central Bank, Frankfurt am Main.

Medina, J. P. and Soto, C. [2005]: *Oil Shocks and Monetary Policy in an Estimated DSGE Model for a Small Open Economy*. Central Bank of Chile, Santiago, Chile.

Roubini, N. and Setser, B. [2004]: *The effects of the recent oil price shock on the U.S. and global economy*. Hozzáférés:

<http://pages.stern.nyu.edu/~roubini/papers/OilShockRoubiniSetser.pdf>, letöltés dátuma: 2011. március.

Smets, F. and Wouters, R. [2007]: *Shocks and frictions in US Business Cycles. A Bayesian DSGE approach*. European Central Bank, Frankfurt am Main.

Zentai P. [2011]: *Halló, IEA! Jegyre adják majd a benzint?*. Heti Világgazdaság. Hozzáférés: http://hvg.hu/velemenyt/20110114_iea_energiavalsag_benzinar, letöltés dátuma: 2011. január.

Egyéb források

European Environment Agency [2010]: *Net Energy Import Dependency*. Hozzáférés: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/net-energy-import-dependency/net-energy-import-dependency-assessment-1#toc-0>, letöltés dátuma: 2011. január

Heti Világgazdaság [2011]: *Drága az olaj, drága a benzin, ezek az okok*. Hozzáférés: http://hvg.hu/gazdasag/20110121_benzinar_olajar_emelkedes, letöltés dátuma: 2011. január.

Portfolio [2011a]: *Robban az olajár, ha tovább terjed a válság*.

Hozzáférés: http://portfolio.hu/gazdasag/energia/robban_az_olajar_ha_tovabb_terjed_a_valsag.146461.html, letöltés dátuma: 2011. március.

Portfolio [2011b]: *Eurózána: a földrengés ellenére is jöhet a kamatemelés*. Hozzáférés: http://portfolio.hu/gazdasag/eurozona_a_foldrenges_ellenere_is_johet_a_kamatemeles.146912.html, letöltés dátuma: 2011. március

U.S. Energy Information Administration [2011]: *World Crude Oil Prices*. Hozzáférés: http://www.eia.doe.gov/dnav/pet/pet_pri_wco_k_w.htm, letöltés dátuma: 2011. február