

HOSSZÚ ZSUZSANNA–MÉRŐ BENCE

Hitelciklusok és anticiklikus tőkepuffer egy ágensalapú keynesi modellben

Tanulmányunkban egy olyan ágensalapú keynesi makromodellt fejlesztettünk, amely a háztartásokon és vállalatokon kívül részletesen kidolgozott bankrendszer tartalmaz, továbbá amelyben működik központi bank, költségvetési hatóság és makroprudenciális politikai szabályozó is. A bankrendszer a gazdasági ciklusnál hosszabb hitelezési ciklusokat idéz elő az idősorokban, a hitelezésen keresztül támogatja a növekedést, válság esetén azonban a hitelkínálat csökkentésével mélyíti a recessziót. A makroprudenciális hatóság anticiklikus tőkepufferráta segítségével próbálja csökkenteni a bankrendszer prociklikus viselkedését. Eredményeink szerint ez a szabályozói eszköz hozzájárul a pénzügyi stabilitás erősítéséhez, mivel recessziós időszakokban kisebb a GDP visszaesése anticiklikus tőkepufferráta használata mellett, mint nélküle. Ugyanakkor a nagyobb stabilitás kismértékű növekedési áldozattal jár.*

Journal of Economic Literature (JEL) kód: E12, E32, E44, G18, G21.

Bevezetés és irodalomáttekintés

A 2007-ben kezdődő világválság újra rávilágított a pénzügyi közvetítőrendszer makrogazdasági folyamatokra gyakorolt jelentős hatására. A vállalatok és a háztartások beruházásainak, valamint egyéb kiadásainak fedezésére részben a bankrendszer biztosít megfelelő forrásokat, ezzel támogatva a növekedést. A felfokozott várakozások következtében kialakuló eszközzárbuborékok azonban a kibocsátási rés túlzott kinyílásához vezetnek, míg a bankokhoz kapcsolódó, rendszerszintű csődesemények tartós recessziót idézhetnek elő. Így a gazdaság ciklikus mozgásainak értékelésekor a hitelezési folyamatok alakulása is kulcsszerepet játszik. Ezért a pénzügyi közvetítőrendszer a költségvetési és monetáris politikai döntéshozatalra is hatással van, ráadásul

* A szerzők köszönettel tartoznak észrevételeikért és a modell fejlesztése során nyújtott segítségükért *Banai Ádámnak*, *Világi Balázsnak*, *Vincze Jánosnak* és az anonim lektornak.

Hosszú Zsuzsanna, Magyar Nemzeti Bank, Budapesti Corvinus Egyetem (e-mail: hosszuzs@mnbb.hu).

Mérő Bence, Magyar Nemzeti Bank, Budapesti Corvinus Egyetem (e-mail: merob@mnbb.hu).

A kézirat első változata 2017. február 2-án érkezett szerkesztőségünkbe.

DOI: <http://dx.doi.org/10.18414/KSZ.2017.5.457>

egyre növekvő figyelmet kap a makroprudenciális politika, azaz azok az intézkedések, amelyek figyelemmel kísérik és szabályozzák a bankok rendszerszintű kockázatait és makrogazdaságra gyakorolt hatásait.

A makroprudenciális politika célja, hogy biztosítsa a stabil (azaz megfelelő tőke- és likviditási helyzetben lévő) bankrendszert – amely elengedhetetlen a modern piacgazdaságok működéséhez –, ugyanakkor megakadályozza rendszerkockázatok kiépülését. Számos eszköz áll a szabályozóhatóságok rendelkezésére, amelyek különböző szempontok alapján hivatottak biztosítani a pénzügyi stabilitást. A szolvencia szempontjából ezek közül az egyik legfontosabb az anticiklikus tőkepuffer (*countercyclical capital buffer, CCB*). Az anticiklikus tőkepuffer lényege, hogy a túlzott hitelezés időszakában a bankoknak többlettőkepuffert kell képezniük, amelyet a recesszió időszakában felszabadíthatnak. Így a válság okozta veszteségeket fedezni tudják a felszabaduló tőkéből, és nem kényszerülnek hitelezési tevékenységük visszafogására.¹

Párhuzamosan az új makroprudenciális intézkedések előkészítésével természetes módon merül fel az igény az új eszközök várható hatásainak vizsgálatára, valamint a monetáris, illetve a költségvetési politikával való összehangolhatóság elemzésére. Mivel ezeket az eszközöket főként a válság után vezették be, az empirikus vizsgálatoknak korlátokat szab a megfelelő mintaméret hiánya. Ezért ökonometriai eszközökkel viszonylag kevés tanulmány vizsgált ilyen jellegű kérdéseket. Az anticiklikus tőkepuffer és egyéb tőkeemelések hatása kapcsán inkább a hitelciklus mérésére és a válság-előrejelzésre helyezik a hangsúlyt, a kutatások a várható reálgazdasági hatásokat kevésbé képesek megragadni (kivételt képez például: *Edge–Meisenzahl* [2011], illetve *Jiménez és szerzőtársai* [2012]).

Egy másik modellezési megoldás lehetne a makrogazdasági módszerek között a dinamikus, sztochasztikus, általános egyensúlyi (DSGE) modellek használata. Ezek azonban számos ponton nem képesek megragadni a bankrendszer működésének és hatásmechanizmusának sajátosságait. Fontos például, hogy a modell a makroprudenciális politika számára endogén módon generálódó, hosszú (akár harminc évig is tartó) hitelciklusokat tartalmazzon, azaz tartós egyensúlytalanságok is megjelenhessenek a gazdaságban, különben nem értelmezhető az anticiklikus tőkepuffer szerepe. *Jakab–Kumhof* [2015] modellje hosszú lefutású hitelciklusok generálására tesz kísérletet DSGE keretben. Eredményeik szerint fontos, hogy a bankrendszert pénzteremtő megközelítésben kell modellezni az irodalomban megszokott pénzügyi közvetítő feltételezés helyett. A makroprudenciális eszközök vizsgálatakor szintén lényeges, hogy a szereplők nagyfokú heterogenitását és irracionális várakozásait is modellezni lehessen. E szempontok szerepeltetése szintén jelentős korlátokba ütközik DSGE modellek esetén.

Az említett okok miatt tanulmányunkban ágensalapú megközelítés mellett döntötünk. Az ilyen típusú modellekben a gazdaság szereplői általában nem haszon- és profitmaximalizáló ágensek, hanem korlátozottan racionálisak, viselkedési ökölszabályokat követnek, de képesek tanulni (ahogy az evolúciós gazdaságtani modellekben általában,

¹ Az anticiklikus tőkepufferről bővebb leírás olvasható: *Drehmann és szerzőtársai* [2010], *Detken és szerzőtársai* [2014], illetve *Hosszú és szerzőtársai* [2016] cikkekből.

utóbbira példa *Nelson–Winter* [1982]). Az ágensalapú modellek egyre elterjedtebbek a közgazdaságtan minden területén, mivel rugalmasan alakíthatók, nemlineáris összefüggések esetén is használhatók, és alkalmasak komplex rendszerek modellezésére is (lásd *Tesfatsion–Judd* [2006]), illetve *LeBaron–Tesfatsion* [2008]).

Benedek [2005] az ágensalapú megközelítéssel rokon genetikus algoritmust használja evolúciós szimulálásra, *Farkas és szerzőtársai* [2010] a lakáspiacot vizsgálja ágensalapú szimulációval, *Hau és szerzőtársai* [2013] pedig a piaci alkalmazkodási folyamatokat. *Király–Simonovits* [2016] a nyugdíj-megtakarításokat modellezte ágensalapon, *Varga–Vincze* [2016] pedig a megtakarítási típusokat vizsgálta adaptív-evolúciós megközelítéssel, amelynek eredményeit későbbi ágensalapú makromodellek építéskor is fel lehet használni.

Az ágensalapú modellek között találunk olyanokat, amelyek csak a bankrendszerre koncentrálnak, de nem vizsgálják a makrogazdasági beágyazottságot (*Poledna és szerzőtársai* [2014]), valamint olyan makromodelleket is, amelyekben nem szerepel pénzügyi közvetítőrendszer (*Lengnick* [2013]). Egyre több olyan modell van azonban születőben, amely a bankrendszert a makrogazdaságba ágyazottan vizsgálja (például *Cincotti és szerzőtársai* [2010]).

A bankrendszerre összpontosító modellek közül *Lenzu–Tedeschi* [2012] a bankközi piac kiépülését vizsgálja, elsősorban azt, hogy az endogén módon kialakuló bankközi hálózatok milyen rendszerszintű kockázatokat hordozhatnak. *Delli Gatti és szerzőtársai* [2011] makromodelljében a ciklus kialakulását a DSGE modellektől eltérően már nem tényezőtermelékenységi sokk okozza, hanem a kereslet változása, ami bizonyos vállalatok csődjén keresztül továbbgyűrűzik. Miközben a makroprudenciális eszközök hozzájárulhatnak a pénzügyi stabilitás növekedéséhez, a stabilabb környezet sok esetben alacsonyabb szintű hitelezéssel és így alacsonyabb szintű kibocsátással párosul. A makroprudenciális eszközök kibocsátásra gyakorolt hatását akkor tudjuk modellezni, ha figyelembe vesszük a hitelezés és a kibocsátás kapcsolatát, amely a gazdasági ciklusok során pénzügyi akcelerátorként jelentkezhet (*Bernanke és szerzőtársai* [1999]). A pénzügyi akcelerátor hatásának lényege, hogy a gazdasági ciklusok negatív szakaszában a rosszabb környezet miatt a bankok kevesebb hitelt nyújtanak a vállalatoknak, amelyek így kevesebbet termelnek, ami még nagyobb visszaeséshez vezethet a hitelezésben és ezen keresztül a kibocsátásban. Hálózatalapú pénzügyi akcelerátort modellezett *Delli Gatti és szerzőtársai* [2010], amelyben néhány nagy tőkeáttétellel rendelkező vállalat csődje generál még nagyobb visszaesést, amit *Riccetti és szerzőtársai* [2013] többidőszakos hitelekkel, *Riccetti és szerzőtársai* [2016] pedig a vállalatok piaci kapitalizációjával egészített ki. Kimondottan makroprudenciális politika vizsgálatára is alkalmazható ágensalapú modellt mutat be *Popoyan és szerzőtársai* [2015], amely a makroprudenciális és a monetáris politika összehangolásának kérdését is tárgyalja.

Dosi és szerzőtársai [2006] ágensalapú modelljében a technológiai fejlődésnek köszönhetően a gazdaságban endogén módon alakulnak ki a gazdasági ciklusok. A modellt több lépcsőben bővítve (*Dosi és szerzőtársai* [2008], [2010], [2013]) olyan modell született (*Dosi és szerzőtársai* [2015]), amelyben schumpeteri alapokra helyezték a technológiai fejlődést, az innovációt, a vállalatok a termeléshez és a beruházáshoz

hitelt vehetnek fel, a vállalati csődök visszahatnak a banki tevékenységre, a modellben pedig monetáris és költségvetési politikai döntések is szerepelnek, amelyek befolyásolják a ciklusok alakulását is. A modell makrogazdasági feltevéseit plauzibilisnek találtuk, a gazdasági ciklusokkal kapcsolatos következtetései számos stilizált tényt képesek visszaadni. Ezért a saját modellünk felépítéséhez ezt a modellt vettük alapul, és sok építőkövet átvettünk belőle. Célunk az volt, hogy makroprudenciális kérdéseket is vizsgálhassunk, ezért arra törekedtünk, hogy modellünk képes legyen a gazdasági ciklusoknál hosszabb hitelciklusokat generálni. Ez okból részletesebben jelenítjük meg a bankrendszert, mint az eredeti cikkben, és más viselkedési szabályokon is változtattunk, hogy perzisztensebb eredményeket kapjunk. Megvizsgáltuk azt is, hogyan hat modellünkben az anticiklikus tőkepufferráta: egy ilyen szabályozói eszköz képes csökkenteni a bankrendszer prociklikus viselkedését, ezáltal stabilabb gazdaságot eredményez, ugyanakkor a gazdasági növekedésre enyhén negatívan hat.

Tanulmányunk felépítése: a következő fejezetben bemutatjuk modellünk működését. Az Eredmények című fejezetben leírjuk a ciklusok felépülésének mechanizmusát, illetve a ciklusok hosszára vonatkozó eredményeinket. Ezután az anticiklikus tőkepufferráta GDP-re gyakorolt hatását tárgyaljuk. Végül összegezzük a legfontosabb megállapításokat, és kitérünk a modell továbbfejlesztési lehetőségeire.

A modell

Egy zárt gazdaságban kétféle terméket termelnek, tőkejavakat és fogyasztási javakat. A tőkejavakat a fogyasztási szektor használja fel, a fogyasztási javakat pedig a háztartások vásárolják meg. A termeléshez és a vásárláshoz a szereplőknek pénzre van szükségük, amely a bankrendszeren keresztül áll rendelkezésre. A vállalatok és a háztartások heterogének, a bankrendszert viszont egy kereskedelmi bank reprezentálja. A vállalatokon, a háztartásokon és a kereskedelmi bankon kívül még három szereplője van a gazdaságnak: a központi bank, a kormányzat és a makroprudenciális hatóság. A központi bank végső hitelezőként (*lender of last resort*) lép fel. A kormányzat a nyereségek után adót szed be, valamint transzfereket nyújt a munkanélküli-háztartásoknak. A makroprudenciális hatóság felügyeli a bankokat: tőkeelőírással biztosítja a pénzügyi stabilitást. A vállalatok és a háztartások pénzüket betétekben tartják, a vállalatok pedig hitelt vehetnek fel a banktól, amennyiben nincsen elegendő betétjük: forgóeszközhitelt a termelés munkaerőköltségének fedezésére, illetve beruházási hitelt a tőkeállomány bővítéséhez vagy egy részének hatékonyabb tőkejóságra való cseréléséhez. A gazdaság hitelpénz segítségével működik: a pénzállomány mögött a vállalatok hitelei, valamint államkötvények állnak. A gazdaság keynesi alapokon nyugszik: a vállalatok termelésüket tapasztalt keresletük alapján, a háztartások fogyasztásukat vagyonuk és jövedelmük alapján határozzák meg. Ha azonban a bank nem hitelez egy adott vállalatot (saját döntése vagy különböző prudenciális szabályok jelenlétéből fakadóan), a szűkös hitelkínálat visszahat a termelésre és a beruházásra, az alacsonyabb termelésen (jövedelmen) keresztül pedig a keresletre is. A vállalatok csődjei veszteségeket generálhatnak a banknak, ami akár fizetéseképtelenséghez is vezethet.

Egy periódus eseményei

A modell egymást követő periódusokból áll. Egy periódus egy negyedévnek feleltethető meg. Minden periódusban a következő sorrendben követik egymást az események.

1. Adott időszakra érvényes nominális bérek meghatározása. A makroprudenciális hatóság meghatározza az anticiklikus tőkepufferráta nagyságát.

2. A fogyasztási szektor vállalatai meghatározzák az áraikat.

3. A tőkeszektor vállalatainak technológiáját idioszinkratikus sokk éri, a tőkeszektor vállalatai meghatározzák az általuk termelt tőke árát, és elküldik az árat és a tőkejóságuk technológiai tulajdonságát a velük kapcsolatban lévő fogyasztási vállalatoknak.

4. A bank meghatározza a még kihelyezhető hitel mennyiségét, és rangsorolja a vállalatokat hitelképesség (jövődélmezőség) szerint.

5. A fogyasztási szektor vállalatai meghatározzák, hogy az adott időszakban mennyit termeljenek és mennyit ruházzanak be kapacitásnövelési, valamint lecserelési (termelésnévelési) céllal. A termeléshez és a beruházáshoz szükséges pénzmennyiség és a vállalati betétek függvényében a vállalatok elküldik hitelkérelmüket a banknak.

6. A bank hitelt nyújt a vállalatoknak, figyelembe véve a banki hitelkorlátot. A hitelnyújtást a vállalati rangsor alapján végzi: először az adott időszaki termeléshez szükséges forgóeszközhitelt folyósítja a vállalatoknak, majd ismét a rangsor alapján a beruházási hitellel folytatja.

7. Termelés: amennyiben a fogyasztási szektor vállalatai az általuk kérvényezett hitelösszegnek csak egy részét kapták meg, akkor először a kitűzött termelési szintet próbálják elérni, és csak az ezen felül maradó likvid forrásból kívánnak beruházni, a beruházási szándékukat pedig elküldik a velük kapcsolatban álló tőkeszektorbeli vállalatnak. A tőkeszektor és a fogyasztási szektor vállalatai is felveszik a szükséges munkaerőt, bért fizetnek, a megtermelt termékek pedig raktárkészletre kerülnek. A termelést követően a fogyasztási vállalatok tőkéjének egy része amortizálódik. Az állam munkanélküli-segélyt fizet a munkanélkülieknek.

8. Fogyasztás: kialakul a fogyasztási szektor vállalatainak piaci részesedése, a háztartások pedig meghatározzák fogyasztási kiadásuk nagyságát. Az egyes háztartások fogyasztási kiadásukat a piaci részesedés alapján osztják szét az egyes vállalatok között, túlkereslet esetén azonban a piaci részesedést figyelmen kívül hagyva a még felesleggel rendelkező vállalatoktól is vásárolhatnak. A vállalatok megvásárolják a tőkejavakat, üzembe helyezik azokat, a szükséges mennyiséget pedig lecserélik.

9. Időszak végi pénzáramlások:

a) a vállalatok adót fizetnek az államnak; kamatfizetések meghatározott sorrendben: a vállalatok kamatot fizetnek az előző időszaki záró hitelállományuk, valamint az adott időszaki forgóeszközhitelük után; a bank kamatot kap az előző időszaki záró államkötvény-állománya után; a bank kamatot fizet az előző időszaki záró betétállománya után, valamint az előző időszak végi jegybanki hitele után (ha volt);

b) a vállalatok megpróbálják visszafizetni a forgóeszközhitelüket, végül a beruházási hitelek előző időszaki záróállományának egy részét is törlesztik;

c) az állam kimenti a bankot, ha az túl kevés saját tőkével rendelkezik, és nem felel meg a szabályozói előírásoknak;

- d) a vállalatok osztalékot fizetnek a háztartásoknak;
- e) a bank adót fizet az államnak, majd osztalékot a háztartásoknak;
- f) az időszak végén rögzítjük az egyes szereplők tartozásait és az adott időszaki kamatlábak függvényében azt, hogy a következő időszak folyamán milyen kamatfizetési kötelezettségeik lesznek.

Az egyes ágensek viselkedését meghatározó részletesebb szabályokat a *Függelék* tartalmazza.

Eltérések a kiinduló modellhez képest

Annak érdekében, hogy a hitelciklus és az anticiklikus tőkepuffer elemzésére alkalmas keretet kapjunk, a kiindulópontul használt modellen a következő főbb változtatásokat hajtottuk végre.

1. A pénzügyi közvetítőrendszer koherens modellezése érdekében minden pénzügyi tranzakciót elkönyvelünk a bankrendszer mérlegeiben.

2. A monetáris politikát figyelmen kívül hagytuk, az alapkamat konstans.

3. Megkülönböztettünk rövid és hosszú lejáratú hiteleket.

4. A bank és a vállalatok is osztalékot fizetnek a háztartásoknak, a háztartások pedig permanens jövedelmük alapján fogyasztanak.

5. Módosítottunk a fogyasztási és a beruházási függvényen is. Míg a kiinduló modellben a piaci ágensek a döntéshozatalkor a jövedelem és a keresett mennyiség utolsó megfigyelt értékét vették alapul, mi e változók exponenciálisan súlyozott korábbi megfigyeléseit használtuk fel. Ez a szabály nagymértékben csökkenti az egyes idősorok volatilitását.

6. A technológia fejlődése exogén, nem függ a beruházások nagyságától. A tőkeszektor vállalatait minden periódusban idioszinkratikus sokk éri ($e_{i,t}$), ami csonkolt normális eloszlásból származik, és aminek várható értéke 0,005, varianciája pedig 0,001. Ezenkívül 0,03 valószínűséggel az egyik tőkeszektorbeli vállalat technológiáját u_t sokk éri, amelynek várható értéke 0,07, varianciája pedig 0,01. Ezek az addicionális sokkok indíthatják el a gazdasági ciklusokat.

7. Modellünkben szerepeltetjük a makroprudenciális hatóságot, amely meghatározza az anticiklikus tőkepufferráta értékét. A szabályozást a Bazel-III követelményekkel összhangban építettük be a modellbe (lásd *Detken és szerzőtársai* [2014]). Az adott időszaki tőkepuffer értékét (CCB_t) az előző időszaki hitelrés (GAP_{t-1}) alapján határozza meg a hatóság, mégpedig a következő képlet szerint:

$$CCB_t = \begin{cases} 0\%, & \text{ha } GAP_{t-1} \leq 2\% \\ 2,5(GAP_{t-1} - 2\%) / 8\%, & \text{ha } 2\% < GAP_{t-1} \leq 10\% \\ 2,5\%, & \text{ha } 10\% < GAP_{t-1} \end{cases} \quad (1)$$

A tőkepuffert azonban feloldják (CCB_t értékét 0 százalékra csökkentik), amennyiben legalább 5 százalékpontos csökkenést tapasztalnak a GDP-arányos hitelállomány

értékében (a GDP trendjéhez viszonyítva). Erre azért van szükség, mert a tőkepuffert csak a hitelciklus pozitív szakaszában kell megképezni, a válságidőszakban fel kell szabadítani, és a hitel/GDP-rés késve jelzi a válság kezdetét. A hitelállomány csökkenése viszont pozitív hitelrés esetén is jelezheti, hogy elkezdődött a recesszió, amennyiben a veszteségek miatt a bank kevesebbet hitelez.

Eredmények

A következőkben először a ciklusok felépülésének mechanizmusát mutatjuk be, majd a modell által generált ciklushosszok vizsgálatát végezzük el, végül az anticiklikus tőkepufferráta hatását számszerűsítjük. Modellünkben a gazdasági ciklus mindig egy nagymértékű, pozitív technológiai sokkal kezdődik (u_t). A vállalatok technológiájuk javítása érdekében a sokk hatására lecserélik tőkejóságaik egy részét (beruháznak). Így a munkanélküliség csökken, a fogyasztás és a hitelállomány nő, a növekvő kereslet hatására pedig a vállalatok bővítik kapacitásaikat (további beruházásokat valósítanak meg). A technológiai sokk nem minden vállalatra hat a tőkeszektorban azonnal, azonban a vállalatok megtanulhatják egymástól az új technológiát, így az fokozatosan elterjed.

Mivel a fogyasztási szektor vállalatai különböző vállalatokkal vannak kapcsolatban a tőkeszektorból, néhány vállalat előbb lecseréli a fizikai tőkéjét, mint mások (ők az első innovátorok a szektorban). E vállalatok magasabb profitot és piaci részesedést érhetnek így el, mint a többiek. A vállalatoknak a beruházáshoz hitelre van szükségük, azonban a követő vállalatok között (akik a fejlesztésbe csak később kapcsolódnak be) lehet olyan, amelyik nem képes a hitelei törlesztéséhez elegendő profitot termelni, mert túlbecsüli a termékei iránt jelentkező keresletet. A gyengébb technológiával rendelkező vagy eladósodottabb vállalatok csődbe mennek. Ha túl sok vállalat nem tudja fizetni a hitelét egyszerre, a tömeges csődök recesszióhoz vezetnek, a mély gazdasági recesszió pedig pénzügyi válságot is okozhat.

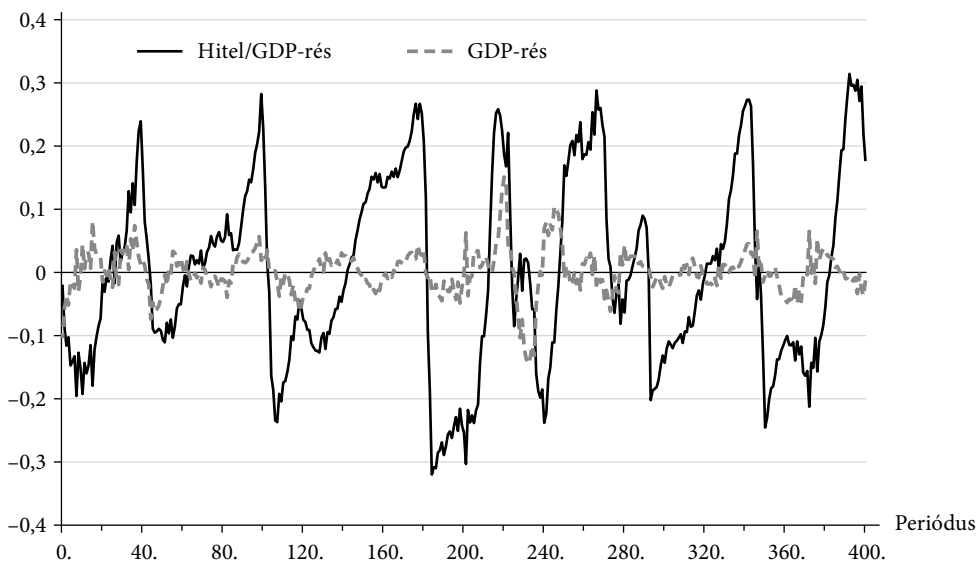
Az 1. ábrán a modell segítségével szimulált két ciklusidősört mutatunk be (egy periódus egy negyedévnek tekinthető). A hitel/GDP-rés méri a hitelciklust, míg a GDP-rés feleltethető meg a gazdasági ciklusnak (mindkét idősort kétoldali Hodrick–Prescott-szűrővel számítottuk ki).² Az ábra alapján modellünk 6–10 év hosszúságú gazdasági ciklusokat generál, és ezeknél kétszer-háromszor hosszabb hitelciklusokat, így sikeresen reprodukálja az ezekre vonatkozó empirikus értékeket.

A pontosabb vizsgálatokhoz 200 független szimulációt futtattunk, minden futás 800 periódusból állt. Minden egyes szimulációra kiszámítottuk a hitel/GDP és a munkanélküliség periodogramját, a 2. ábra mutatja az így készült periodogramok mediánját. Minden idősor egyértelműen felbontható különböző hosszúságú ciklusok összegére. A periodogram megmutatja, hogy melyek a legtipikusabb ciklushosszok

² A számításokhoz a λ paramétert a szakirodalomban megszokott módon határoztuk meg: 400 000 volt az értéke a hitelciklus esetében, míg 1600-nak választottuk a gazdasági ciklusnál. Előbbi körülbelül 30 év hosszúságú ciklusokat feltételez, utóbbi 6–8 év hosszú ciklusokra alkalmazható.

1. ábra

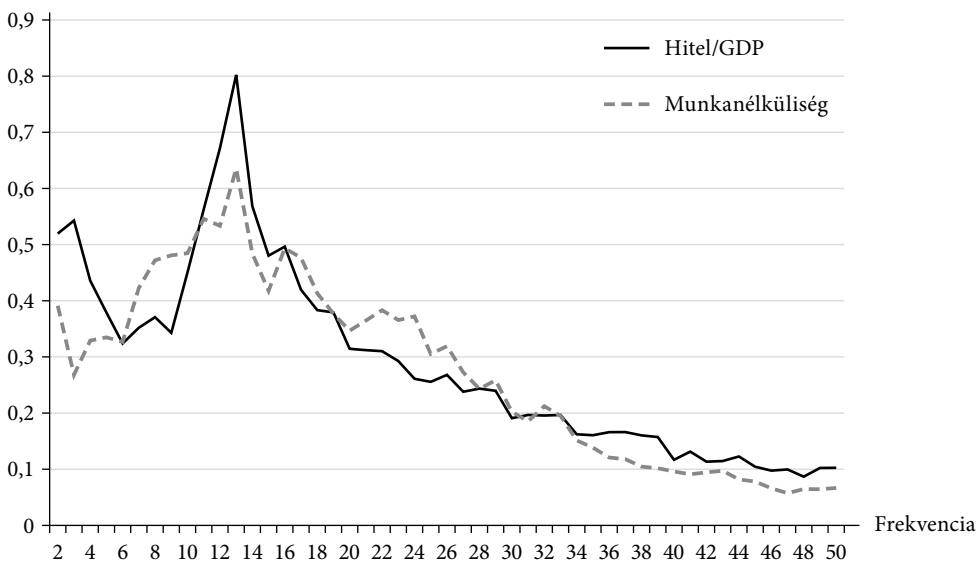
Gazdasági és hitelciklusok



Forrás: saját számítás.

2. ábra

A standardizált hitel/GDP és munkanélküliség periodogramja



Forrás: saját számítás.

az adott időszorban. A vízszintes tengely értékei megfeleltethetők különböző ciklus-hosszoknak, a kisebb értékek hosszabb ciklusokat jelölnek (a tengely értékei és a ciklushosszok között fordított arányosság áll fenn). Jelen esetben például az 5-ös érték tartozik a 40 év hosszúságú ciklushoz, míg a 10-es érték 20 évet jelöl. A függőleges tengely értékei a ciklusok fontosságát mutatják az eredeti időszorban, azaz a magasabb értékek a dominánsabb ciklusokat jelölik.³ A hitelciklus esetében (amelyet a hitel/GDP-ből számítottunk) a legfontosabb ciklushosszok 10 és 65 év között vannak, míg a gazdasági ciklusoknál (amelyet a munkanélküliségből származtattunk) a legtipikusabb ciklushosszok 7 és 25 év közé esnek. Így a periodogram több, egymástól független szimuláció alapján is visszaadja azt az eredményt, hogy modellünkben a hitelciklusok lényegesen hosszabbak a gazdasági ciklusoknál.

Annak mérésére, hogy hogyan hatnak az anticiklikus tőkepufferrátára vonatkozó szabályok, a 200 szimuláció felét úgy futtattuk, hogy a makroprudenciális hatóság alkalmazta ezt a szabályozói eszközt, míg a futtatások másik felében nem éltek vele. Az 1. táblázat mutatja a GDP növekedését ebben a két esetben.

1. táblázat

Átlagos éves GDP-növekedés különböző szabályozói feltételezések mellett (százalék)

Vizsgált időszak	Van anticiklikus tőkepuffer	Nincs anticiklikus tőkepuffer
Teljes minta	3,36	3,38
10 százaléknál magasabb hitelrés esetén	3,60	3,69
Recesszióban	-4,65	-5,19

Forrás: saját számítás.

A táblázat első sora mutatja, hogy az átlagos éves GDP-növekedés 0,02 százalékponttal alacsonyabb az anticiklikus tőkepufferráta hatására, amely kicsi, de szignifikáns különbség. A második sor azon időszakokban hasonlítja össze a GDP növekedését, amikor a hitelrés 10 százalékpontnál magasabb, azaz amikor az anticiklikus tőkepufferráta a maximális értékét veszi fel (ha alkalmazták). Ezekben az időszakokban aktív makroprudenciális politika mellett a banknak tőkepuffert kell felhalmoznia, így azokhoz a futtatásokhoz képest, amikor nincs tőkepufferrátára vonatkozó előírás, kevesebb osztalékot fizet ki a bank a háztartásoknak, ami csökkenti a fogyasztást és a GDP-t. Ez a csatorna a releváns időszakokban évente 0,09 százalékponttal csökkenti a kibocsátás növekedését. Az utolsó sor mutatja a tőkepufferráta hatását recessziós periódusokban (a hitel/GDP 5 százalékpontos esése után, amikor a bank felhasználhatja az anticiklikus tőkepuffert). Ha van felszabadítható tőkepuffer, a bank fedezheti belőle a hitelezési veszteségeit, és nem kell csökkentenie hitelkínálatát. Ha azonban nincs, a hitelezés – és vele együtt a GDP – nagyobb mértékben esik vissza annál, mint amit a kereslet indokolna. A szimulációk alapján ennek a csatornának jelentős a hatása: a GDP csökkenése 0,54 százalékponttal magasabb, amikor

³ A periodogramokról pontosabb és részletesebb leírás található például *Shumway–Stoffer* [2017]-ben.

nem ír elő a makroprudenciális hatóság anticiklikus tőkepufferrátát. Az eredmények egybevágóan az anticiklikus tőkepufferrel kapcsolatos irodalom várakozásaival: az anticiklikus tőkepufferráta hatása nagyobb a recessziós periódusokban, mint a túlzott hitelezés, azaz a rendszerkockázatok felépülésének idején. Eredményeink alapján tehát a gazdaság pénzügyi stabilitása növelhető anticiklikus tőkepufferrátára vonatkozó szabályok előírásával, amely képes csökkenteni a bankrendszer prociklikus viselkedését. A nagyobb pénzügyi stabilitás azonban kismértékű növekedési áldozattal jár.

Összegzés

Tanulmányunkban *Dosi és szerzőtársai* [2015] modelljét fejlesztettük tovább, elsősorban a bankrendszer részletesebb kidolgozásával. Modellünk a valós folyamatok számos jellemzőjét képes volt reprodukálni, és makroprudenciális szempontból különösen fontos, hogy a gazdasági ciklusnál hosszabb hitelezési ciklusokat tartalmaztak a kapott idősorok. Így lehetővé vált, hogy a makroprudenciális eszközök közül az anticiklikus tőkepufferráta hatását megvizsgálhassuk.

A túlzott hitelkiáramlással jellemezhető időszakokban a tőkepufferráta-előírás enyhén csökkentette a GDP növekedését, míg recesszióban jelentős pozitív hatást gyakorolt a kibocsátásra. Összességében az anticiklikus tőkepufferráta előírása segít fenntartani a pénzügyi stabilitást, és csökkenti a bankrendszer prociklikusságát, ugyanakkor kismértékben mérsékli a növekedést.

Modellünk számos ponton továbbfejleszhető. Mivel pénzügyi ciklust és részletes banki mérleget is tartalmaz, további makroprudenciális szabályozói eszközökkel is bővíthető (likviditásfedezeti és nettó stabil források aránya mutató, a bankközi források és kitettségek szerepeltetésével pedig a rendszerszinten fontos pénzügyi intézményekre vonatkozó tőkeelőírások is vizsgálhatók). Az ingatlanpiac bevezetése és a háztartások hitelfelvételének lehetővé tétele a lakáspiaci buborékok és ennek kapcsán a jövedelemarányos törlesztőrészlet, illetve a hitelfedezeti mutató vizsgálatát is lehetővé tenné. Végül, egy külföldi szektor megjelenésével a külkereskedelem és a külföldi banki források áramlása is modellezhető lenne.

Hivatkozások

- BENEDEK GÁBOR [2005]: Evolúciós gazdaságok szimulációja. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- BERNANKE, B. S.–GERTLER, M.–GILCHRIST, S. [1999]: The financial accelerator in a quantitative business cycle framework. Elsevier, Handbook of Macroeconomics, 1. köt. C rész, 21. fejezet. [http://dx.doi.org/10.1016/S1574-0048\(99\)10034-X](http://dx.doi.org/10.1016/S1574-0048(99)10034-X).
- CINCOTTI, S.–RABERTO, M.–TEGLIO, A. [2010]: Credit money and macroeconomic instability in an agent-based model and simulator Eurace. Economics Discussion Papers 2010/4. Kiel Institute for the World Economy. <http://dx.doi.org/10.5018/economics-ejournal.ja.2010-26>.
- DELLI GATTI, D.–DESIDERIO, S.–GAFFEO, E.–CIRILLI, P.–GALLEGATI, M. [2011]: Macroeconomics from the Bottom-up. Springer-Verlag, Olaszország. <https://doi.org/10.1007%2F978-88-470-1971-3>.

- DELLI GATTI, D.–GALLEGATI, M.–GREENWALD, B.–RUSSO, A.–STIGLITZ, J. [2010]: The financial accelerator in an evolving credit network. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 34. 1627–1650. o. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jedc.2010.06.019>.
- DETKEN, C.–WEEKEN, O.–ALESSI, L.–BONFIM, D.–BOUCINHA, M. M.–CASTRO, CH.–FRONTCZAK, S.–GIORDANA, G.–GIESE, J.–JAHN, N.–KAKES, J.–KLAUS, B.–LANG, J. H.–PUZANOVA, N.–WELZ, P. [2014]: Operationalising the countercyclical capital buffer: Indicator selection, threshold, identification and calibration. *ESRB Occasional Paper Series*, No. 5.
- DOSI, G.–FAGIOLO, G.–NAPOLETANO, M.–ROVENTINI, A. [2013]: Income distribution, credit and fiscal policies in an agent-based Keynesian model. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 37. No. 8. 1598–1625. o. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jedc.2012.11.008>.
- DOSI, G.–FAGIOLO, G.–NAPOLETANO, M.–ROVENTINI, A.–TREIBICH, T. [2015]: Fiscal and monetary policies in complex evolving economies. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 52. 166–189. o. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jedc.2014.11.014>.
- DOSI, G.–FAGIOLO, G.–ROVENTINI, A. [2006]: An evolutionary model of endogenous business cycles. *Computational Economics*, Vol. 27. No. C, 3–34. o. <https://doi.org/10.1007%2Fs10614-005-9014-2>.
- DOSI, G.–FAGIOLO, G.–ROVENTINI, A. [2008]: The microfoundations of business cycles: An evolutionary, multi-agent model. *Journal of Evolutionary Economics*, Vol. 18. No. 3. 413–432. o. <https://doi.org/10.1007%2Fs00191-008-0094-8>.
- DOSI, G.–FAGIOLO, G.–ROVENTINI, A. [2010]: Schumpeter meeting Keynes: A policy-friendly model of endogenous growth and business cycles. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 34. No. 9. 1748–1767. o. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jedc.2010.06.018>.
- DREHMANN, M.–BORIO, C.–GAMBACORLA, L.–JIMÉNEZ, G.–TRUCHARTE, C. [2010]: Countercyclical capital buffers: Exploring options. *BIS Working Paper*, No. 317. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1648946>.
- EDGE, R. M.–MEISENZAHN, R. R. [2011]: The unreliability of credit-to-GDP ratio gaps in real time: Implications for countercyclical capital buffers. *International Journal of Central Banking*, Vol. 7. No. 4. 261–298. o. <https://doi.org/10.2139%2Fssrn.1956719>.
- FARKAS MIKLÓS–HORVÁTH ÁRON–VINCZE JÁNOS [2010]: Ágensalapú tanulás a lakáspiac Wheaton-féle modelljében. MKE éves konferencia, Budapest, november 19.
- HAU ORSOLYA–MELLÁR TAMÁS–SEBESTYÉN TAMÁS [2013]: Láthatóvá tehető-e a láthatatlan kéz? Egy ágensalapú piaci modell tapasztalatai. *Közgazdasági Szemle*, 60. évf. 9. sz. 992–1024. o.
- HOSSZÚ ZSUZSANNA–KÖRMENDI GYÖNGYI–MÉRŐ BENCE [2016]: Egy- és többváltozós szűrők a hitelrés alakulásának meghatározásához. *Közgazdasági Szemle*, 63. évf. 3. sz. 233–259. o. <https://doi.org/10.18414%2Fkszk.2016.3.233>.
- JAKAB ZOLTÁN–KUMHOF, M. [2015]: Banks are not intermediaries of loanable funds – and why this matters. *Bank of England Working Papers*, No. 529. <https://doi.org/10.2139%2Fssrn.2612050>.
- JIMÉNEZ, G.–ONGENA, S.–PEYDRÓ, J. L.–SALAS, J. S. [2012]: Macroprudential policy, countercyclical bank capital buffers and credit supply: Evidence from the Spanish dynamic provisioning experiments. *Economics Working Papers*, 1315. Department of Economics and Business Universitat Pompeu Fabra. <https://doi.org/10.2139%2Fssrn.2160843>.
- KIRÁLY BALÁZS–SIMONOVITS ANDRÁS [2016]: Megtakarítás és adózás egy önkéntes nyugdíjrendszerben – ágensalapú modellezés. *Közgazdasági Szemle*, 63. évf. 5. sz. 473–500. o. <http://dx.doi.org/10.18414/KSZ.2016.5.473>.

- LEBARON, B.–TESFATSION, L. [2008]: Modeling macroeconomies as open-ended dynamic systems of interacting agents. *American Economic Review*, Vol. 98. No. 2. 246–250. o. <https://doi.org/10.1257%2Faeer.98.2.246>.
- LENGNICK, M. [2013]: Agent-based macroeconomics: A baseline model. *Journal of Economic Behavior and Organization*, Vol. 86. No. C, 102–120. o. <https://doi.org/10.1016%2Fj.jebo.2012.12.021>.
- LENZU, S.–TEDESCHI, G. [2012]: Systemic risk on different interbank network topologies. *Physica A*, Vol. 391. No. C, 4331–4341. o. <https://doi.org/10.1016%2Fj.physa.2012.03.035>.
- NELSON, R. R.–WINTER, S. G. [1982]: *An evolutionary theory of economic change*. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge.
- POLEDNA, S.–THURNER, S.–FARMER, J. D.–GEANAKOPOLOS, J. [2014]: Leverage-induced systemic risk under Basle II and other credit risk policies. *Journal of Banking and Finance*, Vol. 42. 199–212. o. <https://doi.org/10.1016%2Fj.jbankfin.2014.01.038>.
- POPOYAN, L.–NAPOLETANO, M.–ROVENTINI, A. [2015]: Taming macroeconomic instability: Monetary and macro prudential policy interactions in an agent-based model. LEM Papers Series, No. 33. Laboratory of Economics and Management (LEM), Sant'ANNA School of Advanced Studies, Pisa. <https://doi.org/10.2139%2Fssrn.2710131>.
- RICCETTI, L.–RUSSO, A.–GALLEGATI, M. [2013]: Leveraged network-based financial accelerator. *Journal of Economic Dynamics and Control*, Vol. 37. No. 8. 1626–1640. o. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jedc.2013.02.008>.
- RICCETTI, L.–RUSSO, A.–GALLEGATI, M. [2016]: Stock market dynamics, leveraged network-based financial accelerator and monetary policy. *International Review of Economics and Finance*, Vol. 43. 509–524. o. <http://dx.doi.org/10.1016/j.iref.2016.01.012>.
- SHUMWAY, R.–STOFFER, D. [2017]: *Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples*. Springer, New York. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7865-3>.
- TESFATSION, L.–JUDD, L. [2006]: *Handbook of Computational Economics. Volume 2: Agent-Based Computational Economics*. Elsevier BV.
- VARGA GERGELY–VINCZE JÁNOS [2016]: Megtakarítási típusok: egy adaptív–evolúciós megközelítés. *Közgazdasági Szemle*, 63. évf. 2. sz. 162–187. o. <http://dx.doi.org/10.18414/KSZ.2016.2.162>.

Függelék

Az egyes ágensek viselkedési szabályai

A tőkeszektor vállalatai

A tőkeszektor vállalatai a fogyasztási szektor vállalatai számára állítják elő a szükséges tőkejavakat. Minden egységnyi tőkejóság egy időszak (negyedév) alatt egységnyi fogyasztási jóság előállításához elegendő, a tőkejóság működtetéséhez azonban munkaerőre is szükség van. Minden tőkejóságnak van munkaintenzitási paramétere, amely azt mutatja meg, hogy hány egységnyi munkaerőre van szükség ahhoz, hogy az adott tőkejósággal megtermeljék a fogyasztási jóságot. A továbbiakban azonban ennek a reciprokát használjuk, vagyis hogy az adott típusú tőkét használva egységnyi munkaerő egy időszak alatt hány fogyasztási jóságot állítana elő

(előállítási termelékenységgel). A tőkejóság előállításának technológiáját a beruházási termelékenységgel írhatjuk le, amely azt mutatja meg, hogy egységnyi munkaerő egy időszak alatt hány tőkejóságot állítana elő. Egy tőkeszektorbeli vállalat technológiáját tehát adott időszakban az előállítási és a beruházási termelékenységgel lehet jellemezni. Az egyszerűség kedvéért a két paraméter aránya konstans (r_{pi}), és minden vállalat esetében megegyezik, az egyes paraméterek nagysága azonban eltérhet.

A tőkeszektor vállalatai minden évben egymástól függetlenül, költségmentesen fejlesztik a technológiájukat. Ez a gyakorlatban a következőképpen valósul meg: az egyes vállalatok technológiáját minden periódusban idioszinkratikus sokk éri ($e_{i,t}$), amely az előállítási és a beruházási termelékenységet is ugyanakkora mértékben növeli. Az $e_{i,t}$ csonkolt normális eloszlásból származik, várható értéke 0,005, varianciája pedig 0,001. Ezenkívül 0,03 valószínűséggel az egyik tőkeszektorbeli vállalat technológiáját u_i sokk éri, amelynek várható értéke 0,07, varianciája pedig 0,01.

A fejlesztés mellett egy periódusban a tőkeszektor minden vállalata ς valószínűséggel másolhat technológiát: amennyiben a vállalatnak lehetősége adódik másolásra, véletlenszerűen kiválaszt egy másik vállalatot, amelynek átveheti az előző időszaki technológiáját, ha az adott technológia hatékonyabb a sajátjánál. A késleltetés miatt nem lehet a legjobb technológiát egyből eltanulni, ugyanakkor a másolás révén az új technológia összességében hamarabb elterjed, és gyorsabban fejlődik. A másolásnak köszönhető, hogy a nagy u_i sokkok végeredményben gazdasági ciklusokhoz vezetnek.

Minden fogyasztási jószágot termelő vállalat egy tőkeszektorbeli vállalattal áll kapcsolatban, vagyis egyetlen vállalattól rendelheti a tőkejavakat. A tőkeszektor vállalatai minden időszakban megküldik a velük kapcsolatban álló vállalatoknak, hogy milyen áron milyen előállítási termelékenységu tőkét vásárolhatnak tőlük. A tőkeszektor mindegyik vállalata saját egységköltségén értékesít.

A tőkeszektor vállalatai nem halmoznak fel készleteket, hanem megrendelésre termelnek, megrendelőik pedig előre fizetnek nekik. Mivel nem kell előre felvenniük a munkaerőt, finanszírozási problémáik nincsenek: a fogyasztási vállalatok által fizetett pénzből meg tudják termelni a szükséges mennyiséget.

A fogyasztási szektor vállalatai

A fogyasztási szektor vállalatai tőke és munkaerő segítségével termelnek. A tulajdonukban többféle tőkejóság van, ugyanis a különböző időszakokban vásárolt tőkejavaknak más-más lehet az előállítási termelékenysége (de továbbra is mindegyik tőkejóság egységnyi fogyasztási cikk előállítását teszi lehetővé). A tőkejóságok esetében azt tartják nyilván, hogy a különböző termelékenységu tőkejavakból hány darab van a birtokukban. A termelés során (nem teljes kapacitáskihasználtság esetén) a tőkejavakat egyenletesen hasznosítják, vagyis nem a leghatékonyabb tőkejósággal termelnek először. Ennek következtében a termelés szempontjából az egyes vállalatok technológiája nem csökkenő mérethozadékú.

A vállalatok az adott időszaki munkabérek ismeretében határozzák meg az árakat: figyelembe veszik, hogy átlagosan hány egység munkaerőre van szükségük egy

fogyasztási jószág előállításához, az átlagos egységköltségre pedig meghatározott mértékű árrést tesznek. Ha az előző időszak beruházásai révén a vállalat termelékenység-növekedése r_{AL}^{tr} -nél nagyobb mértékű, akkor a vállalat a munkabérek emelkedésével növeli az előző időszaki árat, a tényleges árrése pedig így magasabb lesz az előző időszaki árrésnél. Ezt azért teheti meg, mert a nagy termelékenység-növekedéssel előnyre tehetett szert a versenytársaihoz képest. Ugyanakkor a költséges beruházások miatt szükség is van arra, hogy a hatékonyságnövelő beruházások árrése magasabb legyen, mert ennek következtében válik kifizetődővé a beruházás. Ha a vállalat termelékenység-növekedése r_{AL}^{tr} -nél kisebb mértékű volt, a vállalat az egységköltségre az (F1) módon meghatározott árrést ($\mu_{i,t}$) teszi:

$$\mu_{i,t} = (1 - \rho)\mu_C + \rho\mu_{i,t-1}, \quad (F1)$$

ahol μ_C a fogyasztási szektor célárrése, ρ pedig egy autoregresszív paraméter. Vagyis, ha egy vállalat árrése eltérne a szektorban kívánatos árréstől, akkor autoregresszív alkalmazkodás során térne vissza ehhez az értékhez. Így a versenylőnyt biztosító beruházások profitabilitásra gyakorolt hatása idővel lecseng, a gazdaságban végbenő termelékenység-növekedés pedig átgyűrűzik a reálbérekbe.

A vállalatok az időszak elején meghatározzák termelési, valamint beruházási ter-
vüket. A vállalatok a tapasztalt kereslethez ($D_{i,t}^e$) igazítják a termelésüket és a beru-
házásukat is. A tapasztalt keresletet a korábbi n_D időszak tényleges keresletének (D_i)
exponenciálisan súlyozott átlagaként számítják:

$$D_{i,t}^e = \frac{D_{i,t-1} + \alpha_D D_{i,t-2} + \dots + \alpha_D^{n_D-1} D_{i,t-n_D}}{1 + \alpha_D + \dots + \alpha_D^{n_D-1}}. \quad (F2)$$

A vállalatok a tapasztalt keresletnek megfelelő mennyiségen felül ι arányú tartalék-
kal szándékoznak rendelkezni, valamint a termelékenységük növekedésével arányos
többlettermelést szeretnének megvalósítani. Ennek megfelelően az i -edik vállalat
 t -edik időszaki szándékolt termelését ($Q_{i,t}^p$) az alábbi képlet írja le:

$$Q_{i,t}^p = D_{i,t}^e \left[1 + \eta \left(\frac{AL_{i,t}}{AL_{i,t-1}} - 1 \right) + \iota \right], \quad (F3)$$

ahol $AL_{i,t}$ a vállalat átlagos előállítási termelékenysége, η pedig a termelékenység-
növekedéshez tartozó korrekciós együttható. A vállalat a termelékenység-növeke-
dés hatására azért akar többet termelni, mert ezzel jelzi előre a gazdaság termelé-
kenység-növekedését is, a magasabb aggregált termelékenység pedig idővel maga-
sabb kereslethez vezet.

A vállalatok kapacitásbővítési, valamint hatékonyságnövelési (lecserélési) céllal
ruházhatnak be. Kapacitásbővítési keresletüket a szándékolt termelés és a tőkeállo-
mányuk különbsége adja meg, függetlenül a tőkejóság árától. A hatékonyságnövelési
kereslet esetén a vállalat mindegyik típusú tőkéről eldönti, hogy azt az állományt le
akarja-e cserélni. A vállalat tőkeállományának azon részét cseréli le, amely esetében
 b -nél nagyobb mértékű hatékonyságnövekedést tud elérni.

A vállalatnak előre kell fizetnie a beruházási javakért, valamint az adott időszak termelésének teljes munkaerőköltségét is meg kell fizetnie a háztartásoknak, mielőtt elkezdődne a termékek adásvétele. A vállalat a szándékolt termelés és beruházás ismeretében számszerűsíti a szükséges pénz mennyiségét. Amennyiben nem rendelkezik elegendő betéttel, a bankhoz fordul a különbözetnek megfelelő hitelkereslettel. Ha a vállalat betétállománya a tervezett munkaerőköltséget sem fedezi, akkor a kettő különbözetét forgóeszközhitelként kérelmezi, a maradék hitelkereslete pedig beruházási hitelkereslet, hiszen abból tőkejavakat fog vásárolni. Amennyiben a bankjától nem kap elegendő hitelt, akkor a termelést részesíti előnyben a beruházáshoz képest, vagyis csak annyit ruház be, amennyi tőkejóság megvételére lehetősége marad a termeléshez szükséges munkabérek megfizetése után. A vállalatok a forgóeszközhitelként kapott forrást mindig csak a munkabérek fedezésére, míg a beruházási hitelként kapott forrást csak kapacitásbővítésre vagy a tőkejóságok cseréjére használhatják fel.

A termelés során a vállalat minden típusú tőkejósága δ mértékben amortizálódik.

A fogyasztás előtt minden vállalat esetében meghatározzuk a piaci részesedést. Az aktuális piaci részesedés ($ms_{i,t}$) a vállalat előző időszak piaci részesedésétől függ, valamint a vállalat termékének relatív árától, mégpedig az (F4) képlet alapján:

$$ms_{i,t} = ms_{i,t-1} \left(1 + \chi \frac{\bar{p}_t - p_{i,t}}{\bar{p}_t} \right), \quad (F4)$$

ahol $p_{i,t}$ az i -edik vállalat termékének eladási ára a t -edik időszakban, \bar{p}_t pedig a t -edik időszak átlagár az előző időszak piaci részesedésekkel súlyozva. Ha tehát egy adott időszakban a vállalat olcsóbban kínálja a termékét az átlagárnál, piaci részesedése növekszik. Ennek a mértékét χ határozza meg.

A háztartások a fogyasztási döntés során a fogyasztásra fordítandó összeget határozzák meg, és nem azt, hogy mennyi terméket szeretnének vásárolni. Az egyes vállalatok piaci részesedésük arányában részesülnek a háztartások fogyasztásra fordítandó összegéből, de ha egyes vállalatok készletei nem elegendők a velük szemben támasztott kereslet kielégítésére, az így megmaradt pénzt a fogyasztók véletlenszerűen próbálják meg elkölteni más vállalatoknál. Az el nem adott készletek megsemmisülnek.

A vásárlást követően a vállalatok tr^C arányú társasági adót fizetnek az államnak adózás előtti eredményük után, ami a termékeladásból származó bevételek és a munkaerőköltség különbözete, csökkentve a beruházási hitelek után fizetett kamattal (vagyis a vállalatok magát a beruházást nem tüntetik fel eredménycsökkentő tételként). Az adott időszakban kapott forgóeszközhitel egyből kamatostul fizetik vissza, a beruházási hitelek esetében azonban csak az előző időszak záróállomány után fizetnek kamatot. A beruházási hitelek esetében az előző időszak záróállomány c hányadát törlesztik minden évben. A vállalatok azonban arra is törekednek, hogy egyik időszakban se növekedjen a hitelállományuk n_1 -nél nagyobb mértékben, valamint hogy a hitelállományuk ne haladja meg a termelési költségük n_2 hányadát. Így előfordulhat, hogy egy vállalat c -nél nagyobb hányadot törleszt, amennyiben pozitív a betétállománya. Ha egy vállalat kamatfizetési vagy c arányú törlesztési kötelezettségének nem tud eleget tenni, csődbe megy. Betéteinek felszámolását követően tőkeállománya megmarad, fizetési kötelezettsége viszont nem.

Az adó-, a kamatfizetést és a hiteltörlesztést követően a vállalatok osztalékot fizetnek a háztartásoknak, az adózás utáni eredményük d hányadát, amennyiben van elegendő betétjük.

Háztartások

A háztartások minden pénzüket a bankban elhelyezett betétben tartják, és ezt használják fizetésre, amikor vásárolnak. A háztartások a vállalatoktól bért kapnak a munkájukért, a banktól kamatot a betétükért, a kormányzattól esetlegesen munkanélküli-segélyt, ezen felül pedig a bankoktól és a vállalatoktól osztaléokra tehetnek szert. A munkabért tr^H arányú jövedelemadó terheli, amit a háztartások átutalnak a kormányzatnak.

A nominális bérek minden időszak elején g_w mértékben emelkednek, az egyes vállalati árrekek változásának függvényében azonban a reálbérek emelkedése változó. Összességében elmondható, hogy hosszú távon átlagosan olyan mértékben emelkednek a reálbérek, mint a termelékenység.

Mindegyik háztartás munkakínálata egységnyi. A háztartásokat a vállalatok véletlenszerűen foglalkoztatják, egy háztartást akár több vállalat is foglalkoztathat, de összességében egy háztartást sem alkalmazhatnak egy egységnél nagyobb mértékben. Azok a háztartások, amelyeket egy egységnél kisebb mértékben foglalkoztatnak, munkanélküli-segélyre jogosultak, amit közvetlenül a kormányzattól kapnak, és a betétszámlájukon írják jóvá. A munkanélküli-segély a munkabér φ -ed része, és a részben foglalkoztatottaknak is arányosan jár.

A háztartások minden időszakban permanens jövedelmük ψ hányadát fordítják fogyasztásra. A fogyasztók permanens jövedelmüket minden időszakban az előző n_H időszak nominális jövedelmének (Y) számtani átlagaként értelmezik. Adott időszak nominális jövedelmébe az adott időszakban kapott munkabért, munkanélküli-segélyt, kamatot és osztalékot számítják bele. Az i -edik háztartás fogyasztásra szánt kiadása a t -edik időszakban (a fogyasztási függvény) ennek megfelelően a következő:

$$C_{i,t} = \psi * \frac{Y_{i,t-1} + \alpha_H Y_{i,t-2} + \dots + \alpha_H^{n_H-1} Y_{i,t-n_D}}{1 + \alpha_H + \dots + \alpha_H^{n_H-1}}. \quad (F5)$$

Bank

A háztartások és a vállalatok megtakarításait a bankban helyezik el betétek formájában, a bank pedig hitelt adhat a fogyasztási vállalatoknak a bérek és a beruházások egy részének finanszírozásához. (A tőkeszektor vállalatai és a háztartások csak betétet helyezhetnek el, hitelt nem vehetnek fel.) A hitelezéssel új betétek jönnek létre, azaz a pénzmennyiség endogén: a pénzkínálat a bank hitelkínálatától, valamint a hitelkereslettől függ. A bank mérlegének forrásoldalát a saját tőkéje, vállalati és háztartási betétek, valamint jegybanki források alkotják. Eszközoldalón vállalati hitelek, államkötvények és a jegybankban elhelyezett tartalékok szerepelnek.

A bank hitelkínálatát a tőke megfelelési előírás szabályozza. A szolvenciakritérium alapján a bank maximális hitelkínálata a t -edik időszakban:

$$TCS_t = \frac{TOF_{t-1}}{\tau_t^{CCB}}, \quad (F6)$$

ahol TOF_{t-1} az előző időszak végi tőkeállomány, τ_t^{CCB} a tőke megfelelésre vonatkozó szabályozói előírás az anticiklikus tőkepufferrátával együtt ($\tau_t^{CCB} = \tau + CCB_t$), amelyet a makroprudenciális hatóság határoz meg.

A bank a vállalatokat a bevételarányos nyereség alapján rangsorolja, és sorban elégíti ki a hitelkeresleteket: először a bérekre felvenni kívánt hiteleket, azután a beruházásra szánt hitelkeresletet. Ebből a megkülönböztetésből fakadóan, ha hitelkínálati korlátba ütköznek egy recesszió során a vállalatok, először a beruházásokat halasztják el, a termelés kevésbé esik vissza. A hitelcéltől függően megkülönböztetve kezeltük a hiteleket futamidő szerint: a bérekre felvett hitelekre forgóeszközhitelként tekintünk, amelyet a vállalatoknak minden időszakban kamatostul vissza kell fizetniük. A beruházási hitelek ezzel szemben hosszú távú hitelek, amelyek esetén a tőketartozás adott százalékát kell minden időszakban megfizetni (a kamatok mellett).

A bank a betétek rr részének megfelelő tartalékot helyez el a központi bankban, a maradék likvid eszközt államkötvényben tartja.

A modellben minden kamatláb rögzített, és az alapkamathoz (r) képest van meghatározva. A vállalati hitelek kamatfelára μ^C (kockázatoságtól függetlenül), a betétek kamatfelára μ^D , az államkötvényeké pedig μ^G .

A bank nyeresége a kamatbevételek és -kiadások, valamint a hitelezési veszteségek egyenlegeként adódik. A bank a nyeresége után tr^B arányú bankadót fizet a kormányszatnak, az adózás utáni nyereségből pedig osztalékot fizet a háztartásoknak. Az osztalék mértékét a bank szolvenciahelyzete határozza meg. A banknak van egy tőke megfelelési célmutatója (τ_t^{\max}), amelyet az új kihelyezéseket követő teljes hitelállományhoz képest szeretne elérni. Amennyiben az időszak végén a banknak több tőkéje van, mint amely τ_t^{\max} eléréséhez szükséges, a különbözetet osztalékként kifizeti, ellenkező esetben azonban nem fizet osztalékot. A tőke megfelelési célmutató τ_t^{CCB} -nek τ^P -vel növelt értéke. A visszatartott profit a bank tőkéjét növeli.

Ha a bank tőke megfelelési mutatója τ alá csökken (ami válságperiódusokban következik be, ebből kifolyólag az anticiklikus tőkepufferrata értéke 0 százalék), a kormányzat feltőkésíti a bankot annyira, hogy megfeleljen a szabályozói előírásoknak. A kormányzat így meg tudja akadályozni, hogy a hitelkínálat további szűkülése még jobban elmélyítse a válságot.

Költségvetési, monetáris és makroprudenciális politika

A kormányzat kiadásai a következő tételekből állnak: munkanélküli-segély folyósítása, államkötvények kamatfizetése, valamint a kereskedelmi bank esetleges feltőkésítése. A bevételeket a vállalatoktól, a háztartásoktól és a banktól beszedett adók teszik ki.

A központi bank jelenleg nem folytat aktív monetáris politikát, nem követi nyomon az inflációt, az alapkamatot változatlanul hagyja. Elsősorban könyveléstechnikai okokból szerepel a modellben.

A makroprudenciális politikai hatóság a likviditási követelményeket rögzített szinten tartja, azonban minden időszakban meghatározza az anticiklikus tőkepufferráta nagyságát.

Paraméterek

A paraméterek meghatározásakor – amiben csak lehetett – *Dosi és szerzőtársai* [2015] paraméterválasztásait követtük. A háztartások fogyasztási szabálya, a technológiai haladás és a bankrendszer eltérő viselkedése azonban egyrészt eltérő tartalmú paramétereket eredményezett, másrészt az azonos jelentésű paramétereknél is más érték tűnt indokoltnak. Utóbbi esetekben bemutatjuk, miért tartottuk fontosnak az eredeti cikktől való eltérést.

Fl. táblázat

A modellben szereplő paraméterek jellemzői

Paraméter	Jelölés	Érték
Időszakok száma	T	800
Tőkeszektor vállalatának száma	N_k	200
Fogyasztási szektor vállalatának száma	N_C	200
Háztartások száma	N_H	10
Technológiai fejlődés üteme (rendkívüli sokk nélkül)	$E(e)$	0,005
Technológiai fejlődés ütemének szórása	σ^e	0,001
Rendkívüli technológiai sokk bekövetkezési valószínűsége	pr^u	0,03
Rendkívüli technológiai sokk várható értéke	$E(u)$	0,07
Rendkívüli technológiai sokk szórása	σ^u	0,01
Technológiamásolási valószínűség	ς	0,3
Fogyasztási vállalatok célárrése	μ_C	0,5
Vállalati árrés dinamikájának autoregresszív paramétere	ρ	0,9
Termelékenységnövekedés küszöbértéke az endogén árréshez	r_{AL}^{tr}	0,01
Tapasztalt kereslet számításához figyelembe vett időszakok száma	n_D	8
Tapasztalt kereslet számításában a súlyok alapja	α_D	0,99
Termelékenységnövekedéshez tartozó korrekciós együttható	η	1
Tartalékok tervezett aránya	ι	0,1
Tőkelecserélést generáló hatékonyságnövekedés mértéke	b	0,2
Előállítási és beruházási termelékenység aránya	r_{PI}	8
Amortizációs ráta	δ	0,02

Az F1. táblázat folytatása

Paraméter	Jelölés	Érték
Relatív ár piaci részesedésre gyakorolt hatásának együtthatója	χ	0,025
Hiteltörlesztés aránya	c	0,015
Vállalati hitelállomány növekedésének maximális mértéke	n_1	0,02
Vállalati hitelállomány maximális aránya a termelési költségekhez képest	n_2	3
Vállalatok osztalékfizetési rátája	d	0,5
Nominális bérek emelkedésének mértéke	g_w	0,005
Fogyasztás aránya a permanens jövedelemből	ψ	0,9
Permanens jövedelem számításához figyelembe vett időszakok száma	n_H	8
Permanens jövedelem számításában a súlyok alapja	α_H	0,99
Kötelező tartalékráta	rr	0,02
Alapkamát (évesített érték)	r	0,04
Vállalati hitelek kamatfelára (bázispont)	μ^C	200
Betétek kamatfelára (bázispont)	μ^D	-360
Államkötvények kamatfelára (bázispont)	μ^G	-40
Tőkekövetelmény anticiklikus tőkepuffer nélkül	τ	0,08
Maximális tőkepuffer	τ^p	0,03
GDP-arányos hitelállomány csökkenésének minimális mértéke az anticiklikus tőkepuffer feloldásához	θ	0,05
Munkanélküli-segély bérhez viszonyított aránya	φ	0,4
Társasági adó kulcsa	tr^C	0,1
Jövedelemadó kulcsa	tr^H	0,1
Bankadó kulcsa	tr^B	0,2

A háztartások számát lecsökkentettük 10-re, mivel ezen ágensek száma és heterogenitása jelenleg a modellben nem fontos, csak a munkakínálatot kellett úgy meghatározni, hogy nagyságrendileg egyezzen a vállalatok munkakeresletével. Ugyanakkor a nagyszámú háztartás a modell számítási idejét jelentősen megnövelné. A tőkeszektorbeli vállalatok számát ugyanakkor 200-ra növeltük, mert a technológia terjedése a mi modellünkben sokkal hangsúlyosabb szerepet játszik, ez okozza a ciklusokat. Ehhez pedig több vállalatra volt szükségünk, különben túlságosan gyorsan tanulják el egymástól a technológiát, és nincs kellő mértékű heterogenitás a termelékenységükben. Az eredeti cikkben a beruházás csupán 1-2 százalékát tette ki a GDP-nek, ez nálunk a reálisabb 20 százalék körül ingadozik. Így Dosi és szerzőtársai modelljében a fogyasztási szektor vállalatainak sokkal kisebb árrés is elegendő volt a beruházások megvalósításához. A magasabb beruházási rátához így modellünkben a fogyasztási vállalatok árrését meg kellett növelnünk 0,5-re. Végül, modellünkben megkülönböztettünk társasági adót és bankadót, utóbbit magasabb szintre állítottuk (20 százalék). Az emögött húzóó érvelés: mivel a kormányzat fizetésképtelen helyzetben feltőkésíti a bankot, cserébe több adót szed be tőle, mint a vállalatoktól.