



**Általános és
Kvantitatív
Közgazdaságtan
Doktori Iskola**

TÉZISGYŰJTEMÉNY

Mérő Bence
Hitelciklusok modellezése
empirikus és ágensalapú megközelítésben
című doktori értekezéséhez

Témavezető:
Vincze János, DSc
egyetemi tanár

Budapest, 2019

Matematikai Közgazdaságtan és Gazdaságelemzés Tanszék

TÉZISGYŰJTEMÉNY

Mérő Bence

Hiteciklusok modellezése

empirikus és ágensalapú megközelítésben

című doktori értekezéséhez

Témavezető:

Vincze János, DSc

egyetemi tanár

© **Mérő Bence**

TARTALOMJEGYZÉK

1. <i>Kutatási előzmények és a téma indoklása</i>	2
2. <i>A felhasznált módszerek</i>	8
3. <i>Az értekezés tudományos eredményei</i>	17
4. <i>A témakörrel kapcsolatos saját publikációk jegyzéke</i>	27
5. <i>Hivatkozások</i>	29

1. KUTATÁSI ELŐZMÉNYEK ÉS A TÉMA INDOKLÁSA

A bankrendszer makroökonómiai vizsgálatának jelentősége a pénzügyi válság óta megnövekedett. Míg korábban jellemzően eltekintettek a pénzügyi rendszer működésének makrogazdaságra gyakorolt hatásától, az utóbbi időben egyre több modell vizsgálja a bankrendszer hatását a reálgazdaságra. A vizsgálódások középpontjában elsősorban a bankrendszer aggregált keresletre való hatása áll, amely rövid távon képes eltéríteni a kibocsátást potenciális szintjétől. Ugyanakkor fontos megjegyezni, hogy a hatékonyan működő bankrendszer hosszú távon is segíti a gazdaság működését, vagyis képes növelni a potenciális kibocsátást is (vö. Beck és szerzőtársai, 2000, Pradhan és szerzőtársai, 2014).

A bankrendszer kibocsátásra gyakorolt hatása prociklikus, vagyis gazdasági fellendülés alatt a bankrendszer jellemzően nagyobb mértékű hitelezési tevékenységet folytat, ami a hitelezett személyek és vállalatok fogyasztásán és beruházásán (és ezek tovagyrűző hatásán) keresztül növeli az aggregált keresletet és a kibocsátást, recesszió alatt azonban a veszteségek és az esetlegesen növekvő kockázatkerülés miatt a bankrendszer csökkenti hitelkínálatát, ami tovább mélyítheti a recessziót. A fellendülés alatt az optimista kilátásoknak köszönhetően a bankok könnyebben hitelezhetnek olyan vállalatokat vagy háztartásokat, melyek kisebb sokkok hatására is nagyobb valószínűség-

gel mennek csődbe. Sőt, amennyiben az egész bankrendszer növeli az ilyen típusú hitelezési tevékenységét, azzal rendszerszinten is kockázatok épülnek fel, ami a sokk bekövetkeztekor az egész rendszerre negatívan hat vissza. A túl nagy mértékű hitelezési tevékenység akár külső sokk nélkül, endogén módon is eredményezhet recessziót.

A makroprudenciális politika célja az, hogy megakadályozza a rendszer-szintű kockázatok felépülését. Bár rövid távon a kockázatos hitelek felfutása növelheti a kibocsátást, ez nem feltétlenül jelenti az erőforrások hatékony allokációját, a kockázatok materializálódásakor pedig akár a kibocsátás trendjére is negatív hatással lehet (Cerra és Saxena, 2008). A hatékony makroprudenciális politika tehát a pénzügyi stabilitás biztosításával párhuzamosan a hosszú távú növekedéshez is hatékonyan járulhat hozzá.

A makroprudenciális politika elősegíti a pénzügyi stabilitást, ami az alacsonyabb hitelezési tevékenység miatt rövid távon kisebb kibocsátást eredményez, hosszú távon viszont akár javíthatja is a növekedési kilátásokat. A túl szigorú eszközök azonban akár hosszú távon is csökkenthetik a potenciális kibocsátást: a növekedéshez szükség van kockázatok vállalására, így ha minimalizálják a pénzügyi stabilitást érhető kockázatokat, akkor lehet, hogy a bankrendszer sem fogja kellő hatékonysággal allokálni a gazdaság erőforrásait a nagyobb növekedéshez szükséges beruházásokhoz.

A makroprudenciális politika hatékony viteléhez fontos tehát megérteni az egyes eszközök hatását a hitelezésre, és a hitelezés makrogazdasági visszacsatolásait. A disszertáció is ehhez a kutatási irányhoz próbál hozzájárulni olyan modellek építésével, melyek továbbfejlesztve elméleti síkon még pontosabb képet adhatnak a pénzügyi közvetítőrendszer és a makrogazdaság kap-

csolatáról, gyakorlati szempontból pedig a magyarországi makroprudenciális döntéshozókat is támogathatják.

A makroprudenciális politika egyik eszköze az anticiklikus tőkepufferráta, ami a bankrendszer prociklikálitását csökkentheti. Az anticiklikus tőkepufferráta lényege, hogy a hitelállomány gyors növekedése esetén addicionális tőkekövetelményt írnak elő a teljes bankrendszerre, ami ezáltal visszafogja a hitelezés növekedését, és így a bankrendszer is kisebb mértékben járul hozzá a kibocsátás növekedéséhez. Ez segíthet abban, hogy a bankok végeredményben kevesebb nagy kockázatú adóst finanszírozzanak. Recesszió során azonban – amikor a bankrendszer jelentősen visszafoghatja a hitelezési tevékenységet abból kifolyólag, hogy a veszteségek miatt nincsenek elegendő tőkéje a biztonságos hitelezéshez – a felfutás alatt addicionális tőkekövetelményként felhalmozott puffert fel lehet oldani. Az anticiklikus tőkepufferráta meghatározásának legfontosabb szempontja a hitelrés mértéke (Detken és szerzőtársai, 2014). A hitelrés a GDP-arányos hitelállomány trendtől való eltérését számszerűsíti. Az Európai Rendszerkockázati Testület ajánlása (ERKT, 2014) szerint az összehasonlíthatóság miatt egyrészt egyváltozós Hodrick–Prescott-szűrővel kell számszerűsíteni a hitelrest, de amennyiben az adott ország sajátosságai ezt indokolják (pl. a pénzügyi rendszer szerkezete és fejlettségi foka vagy a hiteladatok minősége és elérhetősége), akkor a hitelrest egyéb módon is számszerűsíteni lehet. Mivel Magyarországon az elmúlt hitelciklus pénzügyi mélyüléssel esett egybe, az egyváltozós Hodrick–Prescott-szűrő nem képes jól megragadni a hitelezés trendjét, ahogyan ezt be is mutatjuk. Ennek következtében olyan többváltozós Hodrick–Prescott-szűrőt fejlesztettünk, ami a válságot követően elsőként a magyarországi hitelrésre elméleti szempontból és szakértői szemmel is megalapozott becslést adott. A hitelrés mértékét külön vizsgáltuk a vállalati és a háztartási szegmens

esetében, mert más mozgatórugók lehetnek az egyes szegmensek hiteldinamikájának hátterében.

A hitelrés számszerűsítése az anticiklikus tőkepufferráta meghatározásában segítheti a makroprudenciális politikai döntéshozókat. Az elméleti modellek fejlesztése ugyanakkor a mögöttes folyamatok és hatásmechanizmusok megvilágítása révén hosszú távon a makroprudenciális eszközök hatékonyabb, a pénzügyi stabilitást és a realgazdasági teljesítményt is figyelembe vevő alkalmazását segíthetik elő. Ennek megfelelően a disszertációban bemutatásra kerül két elméleti modell: egyet a vállalati, egyet pedig a háztartási szegmenseket érintő hitelciklusra fejlesztettünk.

Mivel a vállalati és a lakossági hitelezést elsősorban makroprudenciális szempontból szeretnénk vizsgálni, nem tekinthetünk el az egyes adósok heterogenitásától, hiszen a nemteljesítés valószínűsége és a nemteljesítésből fakadó veszteség az egyes adósok és hitelek jellemzőitől függ. A bankrendszer és a makroprudenciális eszközök modellezéséhez éppen ezért a gazdasági szereplők nagymértékű heterogenitását lehetővé tevő modellezési gyakorlatot, az ún. ágensalapú modellezést használjuk a főáramú DSGE-modellek helyett. Az ágensalapú modellekben ráadásul az ágensek korlátozott racionalitása és a köztük lévő interakciók révén könnyebb sűrűlódásokat, valamint egyensúlytalanságokat szerepeltetni, ami a makroprudenciális eszközök használatakor szintén fontos. Ezért a disszertációban külön fejezetet szentelünk az ágensalapú, bankrendszert is tartalmazó makromodellezés bemutatásának. Ismertetjük az ágensalapú modellek legfontosabb jellemzőit, valamint bemutatunk három különböző ágensalapú makromodellt (Assenza és szerzőtársai, 2015; Erlingsson és szerzőtársai, 2014; Dosi és szerzőtársai, 2015), amelyeken keresztül betekintést nyerhetünk az ágensalapú makromodellezés lehetőségei-

be, de a saját tapasztalataink fényében reflektálunk is az ágensalapú modellek fejlesztésének kihívásaira is.

Dosi és szerzőtársai (2015) ágensalapú makromodelljében a technológiai fejlődésnek köszönhetően a gazdaságban endogén módon alakulnak ki a gazdasági ciklusok. A technológiai fejlődést, illetve az innovációt schumpeteri alapokra helyezték, a vállalatok a termeléshez és a beruházáshoz hitelt vehetnek fel, a vállalati csődök visszahatnak a banki tevékenységre, a modellben pedig monetáris és fiskális politikai döntések is szerepelnek, amelyek befolyásolják a ciklusok alakulását is. Mivel a modell makrogazdasági feltevéseit plauzibilisnek találtuk, a gazdasági ciklusokkal kapcsolatos következtetései pedig számos stilizált tényt képesek visszaadni, ezért a saját modellünk felépítéséhez ezt vettük alapul. 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. A hitelezési ciklusok jelenlétének köszönhetően a modellben megvizsgáltuk az anticiklikus tőkepufferráta hatásosságát.

A háztartási hitelezést tartalmazó modell egy keresletvezérelt ágensalapú lakáspiaci modell, amelyben a lakásvásárláshoz a háztartások jelzáloghitelt vehetnek igénybe a PTI- és LTV-szabályozás jelenléte mellett. A makrogazdaság exogén módon hat a háztartások jövedelmére, ezt leszámítva azonban a makrogazdasági beágyazottságot még nem vizsgáltuk (így a lakossági jelzáloghitelezés makrogazdasági visszacsatolásait sem). Erlingsson és szerzőtársai (2014) modelljében a háztartások egy-egy egységgel növelik vagy csökkentik a lakásvagyonukat, a mi modellünkben Axtell és szerzőtársai (2014), valamint Baptista és szerzőtársai (2016) munkájához hasonlóan teljes laká-

sok adásvételét modellezzük. A modellt magyar adatokra kalibráltuk, sőt, a modellben szereplő 1 millió háztartást magyar adatbázisok felhasználásával generáltuk. A modellben a jelenleg érvényben lévő PTI- és LTV-szabályozást vetettük össze a két adósságfékszabályra vonatkozó különböző kombinációkkal.

Az optimális makroprudenciális eszköztár kialakításához olyan makromodellre van szükség, melyben egyszerre van jelen a vállalati és a lakossági hitelezés, és egyszerre lehet vizsgálni a különböző makroprudenciális eszközöket, figyelembe véve azok kölcsönhatását is. Ehhez tehát idővel a lakáspiaci modellt integrálni kell a vállalati makromodellbe. Ugyanakkor a modellek jelenlegi verziójukban is fontos mérföldkőnek számítanak. Nem célszerű ugyanis egyből olyan ágensalapú modellt építeni, melyben egy adott gazdaság minden jellemzőjét szerepeltetjük, különben a modell mechanizmusai kibogozhatatlanokká válnak, és a cél szempontjából fontos modellösszetevőket is nehéz azonosítani. A két külön modell ugyanakkor segítheti az ágensalapú modellezőket a megfelelő szabályok és modellösszetevők beépítésében egy olyan időszakban, amikor még sok megközelítés verseng az egyre terjedő makroprudenciális célú ágensalapú modellezésben.

2. A FELHASZNÁLT MÓDSZEREK

Egy- és többváltozós szűrők a hitelrés alakulásának meghatározására

A hitelrést külön vizsgáltuk a háztartási és a vállalati szegmensben. Mindkét szegmensben a hitelintézetektől és az egyéb pénzügyi vállalatoktól felvett hiteleket vizsgáltuk, árfolyamszűrten. A hitelrést egyváltozós Hodrick–Prescott-szűrővel (HP-szűrő), egyváltozós Christiano–Fitzgerald-szűrővel (CF-szűrő), valamint többváltozós HP-szűrővel számszerűsítettük, és a kapott eredményeket összevetettük egymással.

A többváltozós HP-szűrő esetében az egyváltozós változatot újabb összefüggésekkel bővítjük: közgazdasági megfontolások alapján a trend és egy vagy több változó között regressziós egyenleteket írunk fel, amelyeket szintén figyelembe veszünk az idősor szűrése során. A többváltozós szűrő felírásakor a trend és a magyarázóváltozók közötti regressziós kapcsolat hibáját vesszük figyelembe. Mivel azt gondoljuk, hogy a regresszióval leírt kapcsolatnak fenn kell állnia, büntetjük az attól való eltérést. Amennyiben több kapcsolat meglétét is feltételezzük egyszerre, több regressziós egyenlet hibáját is szerepeltetnünk kell. A regressziós kapcsolat együtthatóit nem kell előre ismernünk, azokat a trend szűrésével együtt becsülhetjük.

A GDP-arányos hitelállomány trendjének meghatározásakor két regressziós egyenletet veszünk figyelembe: egyes változók a ciklikus komponenst (hitelrést) magyarázhatják, vagyis a megfigyelt adat trendtől való eltérését, míg más változók közvetlenül a trend nagyságát. Ennek megfelelően az alkalmazott többváltozós HP-szűrőt a következő formulával adhatjuk meg:

$$\min_{\{\bar{r}_t\}_{t=1}^T, \{\beta_i\}_{i=1}^N, \{\gamma_i\}_{i=1}^M, c_C, c_T} \left\{ \lambda_C \sum_{t=1}^T (r_t - \bar{r}_t)^2 + \lambda_{HP} \sum_{t=2}^{T-1} (\Delta \bar{r}_{t+1} - \Delta \bar{r}_t)^2 + \lambda_\epsilon \sum_{t=1}^T \epsilon_t^2 + \lambda_\nu \sum_{t=1}^T \nu_t^2 \right\} \quad (2.1)$$

$$r_t - \bar{r}_t = c_C + \sum_{i=1}^N \beta_i x_{it} + \epsilon_t \quad (2.2)$$

$$\bar{r}_t = c_T + \sum_{i=1}^M \gamma_i y_{it} + \nu_t \quad (2.3)$$

ahol (2.1) a szűrés során minimalizálandó kifejezés, (2.2) a ciklikus komponensre, (2.3) pedig a trendre felírható regressziós egyenlet; r_t a GDP-arányos hitelállomány mutató értéke, \bar{r}_t pedig a GDP-arányos hitelállomány trendjéé, x_{it} a ciklikus komponenst magyarázó változók, β_i pedig ezek együtthatói, y_{it} a trendet magyarázó változók, γ_i pedig ezek együtthatói, c_C és c_T a becsült egyenletek konstansai.

A minimalizálandó kifejezés az egyváltozós HP-szűrő két komponense mellett még két tagot tartalmaz: a ciklikus komponensre és a trendre felírt regressziós kapcsolat hibatagjait. Mivel a ciklikus komponens és a trend egyenletében nem ismerjük a magyarázóváltozók együtthatóit, ezeket is meg kell becsülnünk, mégpedig a trend értékével együtt. Így a (2.1) kifejezést nemcsak az egyes időszakokra vonatkozó trendértékek alapján minimalizáljuk, hanem a magyarázóváltozók együtthatói alapján is. A minimalizálás során a (2.1) kifejezésben szereplő ϵ_t -t és ν_t -t helyettesíteni kell a (2.2)-ből és (2.3)-ból származó kifejezésekkel.

A becslés során meg kell adnunk az egyenletekben szereplő magyarázó-változókat, illetve az egyes tagokhoz tartozó, a minimalizálás során alkalmazott súlyok λ értékét. Ezek meghatározása ugyanakkor nem magától értetődő: optimális értékük függhet például az egyes idősorok szórásától, a ciklus hosszára vonatkozó elképzelésektől vagy az egyes idősorok kölcsönhatásától a regressziós egyenletekben. A magyarázóváltozók meghatározása sem egyértelmű, hiszen a különböző kombinációik más és más eredményre vezetnek. A problémák kezelése érdekében amellettt döntöttünk, hogy sokfajta módon – a potenciális magyarázóváltozók és a λ -k megfelelő kombinációi mellett – futtatjuk le a többváltozós HP-szűrőt, majd átlagoljuk azokat, amelyek az alábbi elvárásainknak eleget tesznek:

1. 2008 második negyedévére a trend értéke a tényadat 60 és 95 százaléka között legyen, hiszen szakértői képünk alapján a válság kitörésekor már túlfutás volt a hitelezésben.
2. A szűréshez felhasznált regressziós egyenletekben a bevont magyarázóváltozók együtthatójának előjele közgazdaságilag indokolt legyen.
3. A bevont magyarázóváltozók hatása legyen közgazdaságilag szignifikáns. A becslés sajátosságai miatt a magyarázóváltozók standard hibái alapján nem következtethetünk a szignifikanciára, ezért azt a változót tekintettük szignifikánsnak, amelyik a vizsgált időhorizonton legalább 2 százalékpontos hatással van a trend értékére. Ez azt jelenti, hogy az adott magyarázóváltozó legnagyobb és legkisebb értékét behelyettesítve a megfelelő egyenletbe, a GDP-arányos hitelállomány trendjére vonatkozó hatások között legalább két százalékpontnyi különbségnek kell lennie.

-
4. Az alkalmazott becslés legyen robusztus: ha változtatunk (rövidítünk) a becsléshez felhasznált időhorizont hosszán (maximum két évet), a rövidebb idősor utolsó időszakára kapott trend értéke maximum 2 százalékponttal térjen csak el a teljes időhorizont alapján becsült trend adott időszakra vonatkozó értékétől, illetve a rövidebb időszoron becsült trendidősorra is teljesüljenek az 1–3. feltételek.

Egyoldali felbontás esetén a trend minden pontjának meghatározásához csak az adott időpontig rendelkezésre álló információt használjuk fel, míg kétoldali esetben a teljes minta alapján becsüljük meg a trendértékeket. A bemutatott szűrők eredményeit egy- és kétoldali módon is számszerűsítettük.

Bankrendszerrel bővített ágensalapú makromodellek fejlesztési irányai

A fejezet irodalomáttekintés, amelyben áttekintjük az ágensalapú makromodellezés legfontosabb jellemzőit, három, bankrendszerrel bővített modellt pedig részletesen ismertettünk. A modellek ismertetése során bemutatjuk alapfeltevéseiket, magyarázóerejük kapcsán röviden kitérünk arra, hogy milyen empirikus megfigyeléseket tudnak visszaadni, valamint áttekintjük a hitelezés makrogazdasági visszacsatolási mechanizmusait. Az ágensalapú makromodellek fejlesztése során szerzett saját tapasztalatok fényében reflektálunk az egyes modellekre és általánosságban is az ágensalapú makromodellekre.

Hitelciklusok és anticiklikus tőkepuffer egy ágensalapú keynesi modellben

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 a múltban megtapasztalt keresletük alapján, a háztartások fogyasztásukat vagyoniuk 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.

Minden egységnyi tőkejóság egy időszak (negyedév) alatt egységnyi fogyasztási jóság előállításához elegendő, a tőkejóság működtetéséhez azonban munkaerőre is szükség van (előállítási termelékenység). A fogyasztási szektor vállalatainak tulajdonában többféle tőkejóság van, ugyanis a különböző időszakokban vásárolt tőkejavaknak más-más lehet az előállítási terme-

lékenysége. A fogyasztási szektor vállalatai a tőkeszektor vállalataitól vásárolják a tőkét, az egyes tőkeszektorbeli vállalatok által előállított tőke termelékenysége azonban idioszinkratikus sokkok révén növekedhet. A vállalatok másolással eltanulhatják egymástól a technológiát. Alacsony valószínűséggel az egyik vállalat technológiáját jelentős pozitív sokk érheti. A másolás révén folyamatosan az egész gazdaságban növekszik a termelékenység, a beruházások és a GDP növekedésével párhuzamosan. A hitelezés bővülésével párhuzamosan tartó növekedés alatt a makroprudenciális hatóság változtathat az anticiklikus tőkepufferráta értékén.

A modellben kialakuló hitelciklusok és üzleti ciklusok hosszát periodogram segítségével hasonlítjuk össze, a módszertanról ld. Shumway és Stoffer (2017). Az anticiklikus tőkepufferráta hatásosságának vizsgálatához kétszáz független szimulációt futtatunk, száz esetben az anticiklikus tőkepufferrátát meghatározó makroprudenciális politikával, száz esetben pedig anélkül.

Keresletvezérelt lakáspiaci modell a lakáshitelezést szabályozó makroprudenciális eszközök tanulmányozására

A heterogén háztartásokból álló ágensalapú lakáspiaci modellben a lakásvásárlás és az ehhez kapcsolódó hitelezés fő jellemzőire koncentrálnak. Emiatt a kínálati oldal súrlódásaitól eltekintünk, és keresletvezérelt lakáspiacot szerepeltetünk. A modell a lakáspiacra fókuszál, makrogazdasági részt nem tartalmaz, ennek megfelelően a jövedelmek és a foglalkoztatás alakulása exogén. A szimulációk során azt elemezzük, hogy a jövedelmeket és a foglalkoztatást érő sokkok miként hatnak a lakáshitelezésre és a lakáspiacra. Vizsgálódásunk fókusza a különböző PTI- és LTV-korlátok hatása a bankrendszer jövedelmezőségére, stabilitására, valamint a háztartások jólétére, amikor a gazdaságot különböző sokkok érhetik. A modellben 1 millió

háztartást szerepeltettünk, melyek jellemzőit magyar adatok felhasználásával generáltuk. A modellben egy kereskedelmi bankot szerepeltetünk, mely a PTI- és LTV-korlátok betartása mellett bármekkora összeget tud hitelezni az egyes háztartásoknak. Egyedi szinten tehát lehetnek hitelezési korlátok, bankrendszeri szinten azonban a hitelszűke nem befolyásolja a háztartások lakásvásárlását.

Egy háztartás feltevéis szerint 60 évig szerepel a modellben. Egy időszak egy negyedévként felel meg a modellben, így a háztartások 240 időszakig szerepelnek benne, mely időtartam az egyének felnőttkori élethosszát jeleníti meg. A háztartások minden időszakban munkából vagy nyugdíjából származó jövedelmet realizálhatnak, amennyiben nem munkanélküliek. Jövedelmüket fogyasztásra és lakhatásra fordítják, valamint megtakarítanak belőle. Amennyiben egy háztartásnak nincsen saját tulajdonú lakása, akkor lakást bérel. A háztartás a felnőttkora kezdetén valamekkora kezdővagyonnal rendelkezik betét formájában.

A háztartásokat megkülönböztetjük végzettség szerint, három kategóriába osztva: képzetlen háztartások (legfeljebb alapfokú végzettséggel rendelkezők), közepesen képzett háztartások (középfokú végzettséggel rendelkezők) és magasan képzett háztartások (felsőfokú végzettséggel rendelkezők). A háztartás lehet egyfős és kétfős.

A háztartások eleinte lakást bérelnék, majd később lakást vesznek lakhatási céllal (a modellben nincsenek befektetési céllal vásárló háztartások). Az első lakásvásárlást követően modellünkben a háztartások alapvető motivációja a költözésre a családméret változása: ennek következtében azzal a feltételezéssel élünk, hogy a háztartások fiatalon viszonylag kisebb méretű lakást vásárolnak, majd a gyermekszám növekedésével párhuzamosan nagyobb la-

kásba költöznek, végül nyugdíjasként kisebbbe. Amiatt, hogy nyugdíjasként kisebb méretű lakásba költöznek, hitelfelvételre ekkor már jellemzően nincsen szükség. Az első lakás vásárlásának ideje háztartásonként eltérő lehet, a második lakásvásárlást egységesen 10 évvel (40 időszakkal) később próbálják megejteni, a harmadik lakásvásárlásra pedig a nyugdíjkorhatár elérésekor kerül sor. A háztartásoknak van a lakásvásárlásra vonatkozóan rezervációs árú, ami az ingatlanárak változásával növekedhet vagy csökkenhet, felerősítve a ciklusokat.

A modellben szereplő háztartások jellemzőit és a foglalkoztatással kapcsolatos paramétereket a Magyar Nemzeti Bank L11 kódú adatszolgáltatása, a Központi Hitelinformációs Rendszer (KHR), az szja-adatbázis, a Bértarifafelmérés, valamint a Munkaerő-felmérés (MEF) adatai alapján számszerűsítettük. A modell futtatásához azon paramétereket, amelyeket nem közvetlenül az empiria alapján határoztunk meg, szakértői becsléseket figyelembe véve úgy állapítottuk meg, hogy a modell egyensúlyi viselkedése minél jobban leképezze a magyar lakáshitelezést.

A modell sokkok hiányában az ún. *burn in* szakaszt követően egyensúlyba került: a lakásvásárlásra fordított összeg, a vásárolt összterület, valamint a lakásárak apró eltéréseket mutattak csak az átlagos értékektől. Sokkok hatására azonban a modellben lakáspiaci- és hitelciklusok jelentek meg. Különböző PTI–LTV kombinációk mellett bemutattuk, hogyan alakul a bankrendszer jövedelmezősége (átlagos profitja), a háztartások esetében a csődök száma, valamint az átlagos lakásméret az 50 százalékos PTI- és a 80 százalékos LTV-korlátok eredményeihez viszonyítva, különböző sokkforgatókönyvek mellett.

Robusztusságvizsgálatot végeztünk arra vonatkozóan, hogy a sokkok hosszára és nagyságára tett feltevéseink, valamint a háztartások árváltozásra való

érzékenységeinek, illetve a megtakarítási ráta nagyságának módosítása változtat-e a kedvezőnek tekinthető PTI-LTV kombinációkon a bankrendszer jövedelmezősége szempontjából.

3. AZ ÉRTEKEZÉS TUDOMÁNYOS EREDMÉNYEI

Egy- és többváltozós szűrők a hitelrés alakulásának meghatározására

- Az egyoldali módon számított egyváltozós HP-szűrő mind a vállalati, mind a háztartási szegmensben a 2010-es évig egy szinte teljesen sima, lineáris trendet becsül, majd a hitelezés csökkenésével a becsült trendek egyre alacsonyabb értéket vesznek fel. Kétoldali módon számított HP-szűrő esetén hatéves ciklushosszal számolva a becsült trend szinte teljesen illeszkedik az adatokra, érdemi eltérést csak a 2008–2010-es időszakban tapasztalunk. Harminc éves ciklushossznál a trend közel lineáris. Az egyoldali és a kétoldali módon készített HP-trendek meglehetősen eltérő képet mutatnak: ezeknél az eljárásoknál egy-egy új adat beérkezése jelentősen megváltoztathatja a múltból alkotott képünket.
- Az egyoldali módon számított CF-szűrő esetében 2006-ig a háztartási szegmensben a trend szinte minden paraméterérték mellett meghaladta a tényadatot (azaz a hitelrés negatív volt), majd 2006-tól 2010–2012-ig a tényadat vett fel magasabb értéket (pozitív hitelrés), végül azóta újra negatív hitelrés figyelhető meg. Továbbá, minél nagyobb a megengedett ciklusok felső határa, annál távolabb van egymástól a minta nagy részén a tény- és trendidősor. A háztartási szektor válság előtti túlzott

hitelezésére utaló jelek ezért leginkább a 30 év hosszúságú ciklust is megengedő trendidősorban mutatkoznak meg. A vállalati szektorban a háztartáshoz hasonlóan alakult a trend és a tény egymáshoz való viszonya, csak a kettő közötti különbség kisebb, így ebben a szegmensben túlzott hitelezésre utaló jelet nem lehet látni.

- Az új adatok beérkezése a CF-szűrő esetében alacsonyabb revíziót eredményezett, mint az egyváltozós HP-szűrő: két új adat beérkezésével általában csak kismértékben változik a trend múltbeli értéke. Ez alól egy kivétel van a háztartási időornál: a 2011. második félévi adatok beérkezése, ez a két negyedév azonban speciális volt, ekkor a végtörlesztés miatt hirtelen nagymértékben csökkent a háztartási hitelek állománya, ami a trend értékét visszamenőlegesen 1-2 százalékponttal csökkentette. Ezzel együtt is, mind a háztartási, mind a vállalati szegmensben az öt és fél évnyi új adat okozta korrekció sehol sem haladta meg a 6 százalékpontot, és összességében a korrekciók mértéke a HP-szűrőhöz képest körülbelül feleakkora. Ez valószínűleg arra utaló jel, hogy a CF-szűrő eljárása jobban képes kezelni azt az inkonzisztenciát, hogy a megfigyelési mintánk jelenleg valószínűleg rövidebb, mint egy hitelciklus hossza. A korrekciók mérete mellett ez az előny abban is megmutatkozik, hogy a CF-szűrővel kapott trendek a rövidebb mintaperiódusokon is közelebb állnak a hitelezési ciklus trendjéről alkotott elképzeléseinkhez.
- A többváltozós HP-szűrőt a feltevéseinknek megfelelő futtatások átlagaként számítottuk ki. A megadott feltételeknek sok idősor megfelel. A középső 90 százalék eredményei alapján az intervallum terjedelme a háztartási idősor esetében az utolsó időszakra körülbelül 14 száza-

lékpont, a vállalati idősor esetében pedig nagyjából 8 százalékpont. Amennyiben a kapott idősorok átlagaként értelmezzük a többváltozós módszertan segítségével számított trendet, a háztartási idősor esetében a kezdeti növekedés után a háztartási trend nagyjából 31 százalékon tőzlik, majd némileg csökken, a vállalati trend pedig enyhe növekedést követően 30 százalék körüli szinten stagnál.

- A többváltozós HP-szűrő által kapott eredményeket kismértékben változtatná meg, ha a becslésbe bevont változókkal kapcsolatban minimum két százalékpontos hatás helyett más szignifikanciakritériumot alkalmaznánk: egy vagy három százalékpontos kritérium esetén a háztartási szegmensben a változás mértéke elhanyagolható, míg a vállalati szegmensben ez körülbelül fél-egy százalékponttal módosítja az egyes negyedékekre kapott eredményeket. Ez azt jelenti, hogy a háztartási szegmens esetében a bevont változók hatása kellően nagy, míg a vállalati szegmensben az elvárt hatás növelésével több változó kimarad a becslésből.
- A három szűrő eredményeit egyoldali módon összevetve azt kapjuk, hogy az egyváltozós HP-szűrő nem jelez túlfutást, sőt az állomány leépülése miatt a válságot követően igen nagy negatív hitelrést mutat. A CF-szűrő és a többváltozós HP-szűrő azonban jelzi a pozitív hitelrész felépülését. A válság kitörésekor a háztartási szegmensben az egyváltozós HP-szűrő szerint mindössze 1 százalékpontos volt a hitelrész mértéke, míg a másik két szűrő alapján körülbelül 10-10 százalékpontos. A vállalati szegmensben az egyváltozós HP-szűrő 1 százalékpont körüli hitelrész becsült, miközben a másik két szűrő 5, illetve 7 százalékpontot.

-
- Összességében a többváltozós HP-szűrőt tekinthetjük időben a legstabilabbnak: a 2008 negyedik negyedévéig való futtatás eredményeit az öt és fél évvel hosszabb időhorizonton való futtatás átlagosan csak 0,4 százalékponttal módosította a háztartási és 0,2 százalékponttal a vállalati szegmens esetében – szemben a CF-szűrő körülbelül 2 százalékpontos és az egyváltozós HP-szűrő 2,5–3,5 százalékpontos értékeivel.

Bankrendszerrel bővített ágensalapú makromodellek fejlesztési irányai

- Az ágensalapú makromodellekben a bankrendszer a hitel folyósításával párhuzamosan teremti meg a betéteket, és nem olyan pénzügyi közvetítőként modellezik őket, amelyek a megtakarításokat folyósítják hitelként.
- Az ágensalapú modelleket kevesebb korlát köti, mint a főáramú modelleket, és ezért megvan bennük a lehetőség arra, hogy a valóságnak jobb leképezését adják, és ennek megfelelően megbízhatóbb módon lehessen a különböző monetáris és makroprudenciális intézkedéseket vizsgálni.
- Nagy előnye az ágensalapú modelleknek, hogy az alkalmazott döntési szabályok megalkotásakor viszonylag könnyen képesek beépíteni az empirikus megfigyeléseket, de vigyázni kell arra, hogy a sok alkalmazott szabály a modell egészének szintjén is kezelhető maradjon.
- Az ágensalapú modellekben fontos a szabályok megalkotásakor a simítás (például, hogy a hirtelen megugró keresletet ne akarja egy vállalat teljes egészében kielégíteni). Amennyiben nem alkalmazunk simítást, néhány folyamat képes egyre nagyobb kilengéseket eredményezni.

Ugyanakkor arra is kell figyelni, hogy a modellbe legyenek valamilyen mértékben automatikus stabilizátorok beépítve, amelyek valahogyan vissza tudják húzni a gazdaságot a nagyon szélsőséges értékektől.

- Az ágensalapú modellek sok ágens szerepeltetése mellett igen számításigényesek lehetnek, ami a fejlesztés és a kalibráció során is problémákat okozhat: A fejlesztés során nagyon sokszor kell lefuttatni a kódokat a folyamatok megértése, a sok szabály kipróbálása és a hibakeresés miatt egyaránt. A kalibráció során a helyes paraméterek megtalálásához szintén sok futtatás szükséges. A bankrendszer megfelelő modellezéséhez pedig az ágensek számát növelni kell: például minden időszakban kellő megfigyelés kell a csődbe ment vállalatokat illetően, ha ugyanis átlagosan csak néhány vállalat mehet csődbe egy időszak folyamán, akkor a hitelezési veszteségek túl nagy volatilitást mutathatnak. Ha a makromodellt lakáspiaccal is szeretnénk bővíteni, akkor ahhoz, hogy minden időszakban legyen kellő számú tranzakció, szintén sok háztartást kell szerepeltetni.

Hitelciklusok és anticiklikus tőkepuffer egy ágensalapú keynesi modellben

- A modellben a gazdasági ciklus mindig egy nagymértékű, pozitív technológiai sokkal kezdődik. A vállalatok technológiájuk javítása érdekében a sok hatására lecsérelik tőkejószágaik 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 sok 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 tőkesektorból, néhány vállalat előbb lecsereéli 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.
- A modell az üzleti ciklusoknál átlagosan hosszabb hitelciklusokat generál. A pontosabb vizsgálatokhoz 200 független szimulációt futtatunk. Minden egyes szimulációra kiszámítottuk a hitel/GDP és a munkanélküliség periodogramját, ami megmutatja a legtipikusabb ciklushosszokat az adott idősorban. A hitelciklus esetében (amelyet a hitel/GDP-ből számítottunk) a legfontosabb ciklushosszok 10 és 65 év között vannak, míg a gazdasági ciklusoknál (amelyet stacionaritási kritériumok miatt 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, 200 szimulációt futtattunk. A futtatások első felében a makroprudenciális hatóság alkalmazta ezt a szabályozói eszközt, míg a futtatások másik felében nem éltek vele. Az átlagos éves GDP-növekedés közötti különbség nem jelentős, azonban a hitelciklus növekvő szakaszában (10 százaléknál magasabb hitelrész esetén) az anticiklikus tőkepufferrata évente 0,09 százalékponttal csökkenti a kibocsátás növekedését a modellben. 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. A recessziós periódusokban az anticiklikus tőkepufferrata alkalmazása tompítja a visszaesést: ha van felszabadítható tőkepuffer, a bank fedezheti belőle a hitelezési veszteségeit, és kisebb mértékben csökkenti a hitelkínálatát. Ha azonban nincs, a hitelezés – és vele együtt a GDP – nagyobb mértékben esik vissza annál, mint amit a kereslet indokolna.
 - A gazdaság pénzügyi stabilitása növelhető anticiklikus tőkepufferrátára vonatkozó szabályok előírásával, amely képes csökkenteni a bankrendszer prociklikus viselkedését. A nagyobb pénzügyi stabilitás azonban a felívelő szakasz alatt kismértékű növekedési áldozattal jár.

Keresletvezérelt lakáspiaci modell a lakáshitelezést szabályozó makroprudenciális eszközök tanulmányozására

- Egymillió háztartást generáltunk magyar adatbázisok alapján, és sikerült a modellt úgy kalibrálnunk, hogy az visszadja a 2016-os lakáscélú

jelzáloghitel-állomány legfontosabb jellemzőit a jelzálog értékét és a hitel nagyságát illetően a fiatal és a középkorú háztartások esetében.

- A modell jelenlegi állapotában is képes megjeleníteni lakásár- és hitelciklusokat.
- Amennyiben a modell nincsen egyensúlyban, endogén módon lakásárciklust eredményez az a szabály, hogy a háztartások hajlandók drágább (olcsóbb) ingatlanokat vásárolni, amennyiben a lakásárak emelkednek (csökkennek).
- Negatív jövedelmi sokk esetén a lakásvásárlásra fordított összeg is csökken. A kereslet csökkenésére a kínálati oldal a négyzetméterárak mérséklésével reagál, ezért a vásárolt összterület kisebb mértékben esik vissza. A recessziót követő alkalmazkodás során a bérek és így a lakásvásárlásra fordított összeg is nő, valamint a lakások négyzetméterára is emelkedik. Azt követően, hogy a bérek elérték kiinduló értéküket – mivel a lakás piac felfutó szakaszban van –, a négyzetméterárak emelkednek. Tekintettel arra, hogy a lakásvásárlók érzékelik a lakás piac felfutását, hajlandók valamivel többet fizetni a lakásokért, mint ami a normál időszakra jellemző. A magasabb négyzetméterárak következtében azonban a vásárolt összterület már megegyezik a normál időszaki értékkel. A recesszió hatására tehát megfigyelhetünk egy ciklust a lakásárakban, de az alkalmazkodás következtében (mind a kínálati, mind a keresleti oldal viselkedése révén) endogén módon kialakul egy második, kisebb mértékű ciklus is.
- Negatív sokk esetén a csődök száma és a bankrendszer vesztesége nagyobb mértékben függ a sokk időtartamától, mint a jövedelemcsökke-

nés mértékétől, a csődvalószínűséget ugyanis inkább a munkanélküliség növeli, mint a bérszint.

- Szimulációinkban normál időszakokban a kevésbé szigorú adósságfék-szabályok nagyobb banki jövedelmezőséghez és nagyobb átlagos lakásmérethez vezetnek.
- Szimulációinkban a kevésbé szigorú adósságfék-szabályok negatív sokk esetén nagyobb banki veszteséget eredményeznek.
- A bankrendszer jövedelmezősége szempontjából optimális PTI-LTV kombináció kiválasztása nagyban függ attól, hogy milyen gyakran és milyen nagyságú negatív sokkok érik a gazdaságot. Ha egy, a munkanélküliségi rátát 2,5 éven át 3 százalékponttal emelő negatív sokk 10-25 évenként éri a gazdaságot, akkor a bankrendszer hosszú távú jövedelmezősége szempontjából nem célszerű a jelenlegi 80 százalékos LTV-korlátnál szigorúbb előírást alkalmazni. Az átlagos banki jövedelmezőség azonban csak egy szempont, a szabályozónak más szempontokat is szem előtt kell tartania, pl. a csődök számát a háztartások jóléte szempontjából, valamint a nagy veszteségek által generált hirtelen fel-lepő tőkeszükséglet pénzügyi stabilitási vonatkozásait.
- Miközben az LTV-korlátok oldódnak, a háztartások a nagyobb hitel mellé nagyobb törlesztőrésztet vállalnak, és így arányaiban sokkal több háztartás esetében nő olyan szintre a jövedelemarányos törlesztőrésztet, hogy munkanélküliség esetén hamar nemteljesítővé válnak. Végül soron tehát a PTI- és az LTV-korlát lazításával is a magasabb jövedelemarányos törlesztőrésztetek előfordulási gyakorisága miatt válik több háztartás nemteljesítővé. A nemteljesítővé válás valószínűsége az

LTV-korlátok oldásával nagymértékben nő, míg a PTI-korlát növelésének ennél jelentősen kisebb a hatása. Ez annak köszönhető, hogy a legtöbb háztartást az LTV-korlát köti, és nem a PTI, aminek következtében az LTV-korlátok oldódásával nagyobb arányban jelennek meg magas jövedelemarányos törlesztőrészek, mint amikor rögzített LTV mellett csak a PTI-korlátot növeljük.

- A magasabb LTV-korlát alacsonyabb PTI-korláttal kombinálva nagyobb banki jövedelmezőséget eredményezhet a vizsgált negatív sokkforgatókönyvekben. Ez az eredmény robusztus a háztartások lakásárakra való érzékenységét illetően, a megtakarítási ráta csökkenése azonban megváltoztathatja ezt az eredményt a magasabb csődvalószínűség következtében.

4. A TÉMAKÖRREL KAPCSOLATOS SAJÁT PUBLIKÁCIÓK JEGYZÉKE

1. Magyar nyelvű referált szakmai folyóiratcikkek

- Hosszú, Zs. – Körmendi, Gy. – Mérő, B. (2016): Egy- és többváltozós szűrők a hitelrés alakulásának meghatározására. *Közgazdasági Szemle*, 63, 233–259.
- Hosszú, Zs. – Mérő, B. (2017): Hitelciklusok és anticiklikus tőkepuffer egy ágensalapú keynesi modellben. *Közgazdasági Szemle*, 64, 457–475.
- Mérő, B. (2019): A pénzügyi közvetítőrendszer működésének újszerű modellezése – Ágensalapú makromodellek. *Hitelintézési Szemle*, megjelenés alatt.
- Mérő, B. – Vágó, N. (2018): Keresletvezérelt lakáspiaci modell a lakáshitelezést szabályozó makroprudenciális eszközök tanulmányozására. *Közgazdasági Szemle*, 65, 1115–1153.

2. Magyar nyelvű műhelytanulmányok

- Banai, Á. – Hosszú, Zs. – Körmendi, Gy. – Mérő, B. (2014): A kamatsökkentés hatása a banki jövedelmezőségre, *MNB-szemle*, 2014. július, 18–22.

-
- Hosszú, Zs. – Körmendi, Gy. – Mérő B. (2015): Egy- és több-változós szűrők a hitelrés alakulásának meghatározására. *MNB-tanulmány*, 118.

3. Angol nyelvű referált szakmai folyóiratcikkek

- Mérő, B. (2019): Novel Modelling of the Operation of the Financial Intermediary System – Agent-based Macro Models. *Financial and Economic Review*, forthcoming.

4. Angol nyelvű műhelytanulmányok

- Banai, Á. – Hosszú, Zs. – Körmendi, Gy. – Mérő B. (2014): Impact of base rate cuts on bank profitability. *MNB Bulletin*, 2014. július, 18–22.
- Hosszú, Zs. – Körmendi, Gy. – Mérő, B. (2015): Univariate and multivariate HP-filters to measure the credit gap. *MNB Occasional Paper*, no. 118.
- Hosszú, Zs. – Mérő, B. (2017): An agent based Keynesian model with credit cycles and countercyclical capital buffer. *MNB Working Paper*, 2017/5.

5. HIVATKOZÁSOK

- Assenza, T. – Delli Gatti, D. – Grazzini, J. (2015): Emergent dynamics of a macroeconomic agent based model with capital and credit. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 50, 5–28.
- Axtell, R. – Farmer, D. – Geanakoplos, J. – Howitt, P. – Carrella, E. – Conlee, B. – Goldstein, J. – Hendrey, M. – Kalikman, P. – Masad, D. – Palmer, N. – Yang, C.-Y. (2014): An Agent-Based Model of the Housing Market Bubble in Metropolitan Washington, D. C., Deutsche Bundesbank's Spring Conference on "Housing markets and the macroeconomy: Challenges for monetary policy and Financial stability". Kézirat, George Mason University, Oxford University, Yale University, Brown University.
- Baptista, R. – Farmer, J. D. – Hinterschweiger, M. – Low, K. – Tang, D. – Uluc, A. (2016): Macroprudential policy in an agent-based model of the UK housing market, Bank of England Staff Working Paper, 619.
- Beck, T. – Ross, L. – Loayza, N. (2000): Finance and the sources of growth. *Journal of Financial Economics*, 58, 261–300.
- Cerra, V. – Saxena, S. Ch. (2008): Growth Dynamics: The Myth of Economic Recovery. *American Economic Review*, 98, 439–457.

-
- Detken, C. – Weeken, O. – Alessi, I. – 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, 5.
 - Dosi, G. – Fagiolo, G. – Napoletano, M. – Roventini, A. – Treibich, T. (2015): Fiscal and monetary policies in complex evolving economies. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 52, 166–189.
 - ERKT (2014): Az Európai Rendszerkockázati Testület ajánlása (2014. június 18.) az anticiklikus tőkepufferráták meghatározására vonatkozó útmutatásról (ERKT/2014/1). Az Európai Unió Hivatalos Lapja, 2014. szeptember 2. 2014/C 293/01.
 - Erlingsson, E. – Teglio, A. – Cincotti, S. – Stefansson, H. – Sturluson, J. – Raberto, M. (2014): Housing Market Bubbles and Business Cycles in an Agent-Based Credit Economy. *Economics: The Open-Access, Open-Assessment E-Journal*, 8, 1–42.
 - Pradhan, R. P. – Arvin, M. B. – Hall, J. H. – Bahmani, S. (2014): Causal nexus between economic growth, banking sector development, stock market development, and other macroeconomic variables: The case of ASEAN countries, *Review of Financial Economics*, 23, 155–173.
 - Shumway, R. – Stoffer, D. (2017): Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples. Springer, New York.