

Szüle Borbála

Rendszerkockázati dimenziók a magyar banki és biztosítási szektorban

ÖSSZEFOGLALÓ: Az egymást követő pénzügyi válságok világszerte egyre fontosabbá tették a pénzügyi intézmények rendszerkockázatának elemzését. Az eddigi kutatások főleg a bankszektorra koncentráltak, de többek között a biztosítók is növekvő figyelmet kapnak. A korábbi szakirodalom alapján a rendszerkockázat sokféleféppen mérhető, és az egyik lehetőség a hozamok együttmozgását jellemző indikátorok számolása. Jelen tanulmány a hozamok sokdimenziós skálázással számolt dimenzióit hasonlítja össze a banki és biztosítási szektorban. Az eredmények arra utalnak, hogy a magyar banki és biztosítási szektorban ezek a hozamalakulással összefüggő dimenziók (amelyek a rendszerkockázatot jellemzik) nem teljes mértékben függetlenek, és a hozamegyüttmozgással mérhető rendszerkockázat a biztosítási szektorban alacsonyabb, mint a bankszektorban.¹

KULCSSZAVAK: bank, biztosítás, rendszerkockázat

JEL-KÓDOK: G21, G22

Jelen tanulmány célja a rendszerkockázat kiterjedt szakirodalmához való hozzájárulás a magyar banki és biztosítási adatok elemzésével. A rendszerkockázatnak sokféle definíciója van (Eling-Pankoke, 2014), ezért a mutatószámok köre is nagyon széles (Giglio et al., 2016; Ellis et al., 2014; Eling-Pankoke, 2014; Kleinow et al., 2017; Sedunov, 2016). A tanulmányban alkalmazott definíció szerint (a Billio et al., 2010 által leírt megközelítéshez hasonlóan) a rendszerkockázat lényege a különböző intézmények hasonlósága, amely főkomponens-elemzéssel mérhető. *Kritzman et al.* (2011) a főkomponens-elemzés eredményei alapján számolt rendszerkockázati mutatószámot ab-

szorpciós hányadosnak nevezik. Az abszorpciós hányadost *Kritzman et al.* (2011) úgy definiálják, hogy ez azt mutatja meg, hogy esz-közök valamely halmazának összvarianciájából mekkora részt magyaráz („abszorbeál”) néhány sajátvektor. Az abszorpciós hányados nagyobb értéke *Kritzman et al.* (2011) megállapítása szerint nagyobb szintű rendszerkockázatnak felel meg, mert ekkor a kockázat forrásai egységesebbek. A tanulmányban ehhez az abszorpciós hányadoshoz hasonló mutatószámok alapján hasonlítjuk össze a banki és biztosítási rendszerkockázatot. Ez a mutatószám az MNB (2018a) által is megkülönböztetett strukturális és ciklikus rendszerszintű kockázatok hatását együttesen méri, de a kapcsolódó számolások alapján elméletileg lehet lehetőség a kétféle rendszerkockázat típus elkülönítésére.

Levelezési e-cím: borbala.szule@uni-corvinus.hu

A tanulmányban a sokdimenziós skálázás módszerét alkalmazzuk az abszorpciós hányadoshoz tartozó főkomponens-elemzés helyett. Ennek oka, hogy módszertani szempontból a sokdimenziós skálázás megfelelőbb a rendelkezésre álló adatok esetében. A magyar banki és biztosítási szektor esetében nincsenek a szektorok nagy részét lefedő tőzsdei adatok a napi hozamokról, a szektorok egészére vonatkozóan mindössze a számviteli mérleg- és eredménykimutatás-adatokból számolhatók hozamadatok, ezeknek a száma azonban nem elegendő a főkomponens-elemzés megfelelő elvégzéséhez. A sokdimenziós skálázás és a főkomponens-elemzés eredményei azonban elméletileg esetenként ugyanazok (Bécavin et al., 2011), a két módszer eredményei bizonyos feltételek esetén egymásból közvetlenül előállíthatók (Kovács, 2014; 226.). Ennek alapján a tanulmányban a sokdimenziós skálázás intervallum mérési modelljét alkalmazzuk, amelyekben a főkomponens-elemzéshez hasonlóan szintén számolhatók sajátvektorok, amelyek ebben az elemzésben hozamdimenziókként értelmezhetők.

Az elemzés a banki és biztosítási szektor adatainak lehető legteljesebb figyelembe vételére törekszik, így az elemzés a rendelkezésre álló (a Magyar Nemzeti Bank honlapjáról letölthető) banki és biztosítási mérlegek és eredménykimutatások 2003 és 2015 közötti adatain alapul. Az elemzésben 16 bank és 17 biztosító adatai szerepelnek (azok az intézmények, amelyek esetében az elemzésben szereplő teljes időszakra vonatkozóan rendelkezésre álltak adatok, és az átlagos sajáttőke-arányos nyereség nem volt negatív érték). Az összesített mérlegfőösszegek közül 2015-ben a bankszektorban 63,22 százalékot, míg a biztosítási szektorban 79,44 százalékot tett ki az elemzésben szereplő intézmények mérlegfőösszegeinek összege.

A tanulmány elsősorban a magyar banki és biztosítási rendszerkockázat (hozamdimenziók hasonlósága alapján mért) összehasonlításával szeretne hozzájárulni a szakirodalomhoz, amelyben még jelenleg is viszonylag ritka a két szektor rendszerkockázati összehasonlítása.

A biztosítási tevékenység bankoktól elkülönült elemzése napjainkban egyre fontosabbá válik, mivel a nem banki pénzügyi közvetítők tevékenysége többféle hatás eredményeképpen a rendszerkockázatok felerősödéséhez vezethet (MNB, 2018b), többek között mivel (empirikus eredmények alapján) kauzális kapcsolat feltételezhető a biztosítási tevékenység és a gazdasági növekedés között (Arena, 2008). A biztosítási és banki szektor összehasonlítása a makroprudenciális felügyelet számára is érdekes eredményeket jelenthet, ugyanis elméletileg a teljes pénzügyi közvetítőrendszerre ható makroprudenciális politikai eszköztár a gyakorlatban elsősorban a bankszektorra hat (Kálmán, 2016), és a biztosítók makroprudenciális szabályozási keretrendszerének bővítési lehetőségeivel globálisan és európai szinten is foglalkoznak (MNB, 2018b).

A két szektor összehasonlítása során a magyar adatok alkalmazásán kívül a tanulmány a hozamdimenziók közötti korrelációk értékét is elemzi, amely még szintén nem gyakori, a magyar adatokkal számolt eredmények a szakirodalomban újak tekinthetők.

A tanulmány következő, 2. része a szakirodalomban gyakran említett rendszerkockázati mutatószámokat tekinti át, a 3. rész a banki és biztosítási rendszerkockázat összehasonlításáról szól, a 4. rész pedig a tanulmány új empirikus eredményeit tartalmazza. A tanulmány következtetéseit az 5. rész foglalja össze.

A RENDSZERKOCKÁZAT MÉRÉSE

A pénzügyi stabilitás a gazdaság egésze számára fontos, azonban a szakirodalomban nincs egységesen alkalmazott definíciója, inkább a pénzügyi instabilitást szokás definiálni (Baur, Schulze, 2009). A rendszerkockázat ezzel ösz-

szefüggő fogalom, de a szakirodalomban ennek sincs egységesen alkalmazott definíciója (Eling, Pankoke, 2014). A fogalmi meghatározások esetében elméletileg könnyű megkülönböztetni például a (statisztikai módszerekkel elemezhető) kockázat és a (statisztikai eszközökkel nem feltárható) bizonytalanság fogalmát (Medvegyev, 2011), azonban a kockázat statisztikai értelemben közvetlenül nem mérhető (látens) fogalom (Kovács, 2011), így gyakorlatilag legfeljebb a kockázat különböző aspektusainak mérésére lehet törekedni. Ez a rendszerkockázat esetében is jellemző, amelynek összetettségét az is mutatja, hogy Európában bizonyos adatok alapján még a szuverén adósság hozamával való összefüggése is kimutatható (Pagano, Sedunov, 2016).

A rendszerkockázat mérésében megkülönböztethető a makro- és mikroszemlélet: a makroprudenciális mérőszámok a gazdaság egésze szintjén értékelik a rendszerkockázatot, míg a mikroprudenciális indikátorok az egyes intézményekre vonatkozóan számszerűsíthetők (Eling, Pankoke, 2014). Az Európai Unióban az Európai Rendszerkockázati Testület látja el a makroprudenciális pénzügyi felügyeletet, az európai felügyeleti hatóságok pedig a mikroprudenciális felügyeletért felelősek (Szegedi, 2012). Tanulmányukban *de Bandt* és *Hartmann* (2000) megkülönböztetik a rendszerkockázat horizontális nézőpontját, amelyben az elemzés csak a pénzügyi szektorra fókuszál, és a vertikális nézőpontot, amely a rendszerkockázat elemzésében a gazdasági kibocsátásra (output) gyakorolt hatást is figyelembe veszi. A rendszerkockázat esetében ezenkívül elkülöníthető a ciklikus és a strukturális rendszerkockázat is, míg a ciklikus rendszerkockázat forrása az optimális szinttől valamilyen irányban eltérő, de együtt mozgó kockázatvállalási hajlandóság, a strukturális rendszerkockázat a pénzügyi szereplők közötti hálózat szerkezetével függ össze (MNB, 2018a). A pénzügyi stabi-

litási kockázatok elméletileg monetáris politikai és makroprudenciális politikai eszközökkel is csökkenthetők, a makroprudenciális politika fő feladatának elsősorban a rendszerszintű válság kialakulásának megelőzése tekinthető (Fáykiss, Szombati, 2013). A pénzügyi válságokat megelőzően a rendszerkockázat ciklikus változásait például az összes hitel GDP-hez viszonyított mértéke („*Basel gap*”) mutatja (Lang et al., 2019), és a banki hálózatok jellemzőiből adódó kockázatok is többféleképpen számolhatók (például Lublóy, 2005). A különböző típusú rendszerkockázatokhoz igazodóan a makroprudenciális eszközök között megtalálható az anticiklikus tőkepuffer és a strukturális rendszerkockázati puffer is (Kálmán, 2016).

Weiß et al. (2014) empirikus eredményei szerint a globális rendszerkockázatot elsősorban a felügyeleti rendszer jellemzői befolyásolják, és a bankok egyes jellemzőinek (például a hitelportfólió minőségének) tartós hatását nem támasztják alá az empirikus eredmények. Az Európai Unióban 2010-ben alakult meg az European Systemic Risk Board (ESRB), amelynek célkitűzései közé tartozik a rendszerkockázat megelőzése, illetve mérséklése. Európában a bankszektorban számos országban van rendszerkockázati tőkepuffer (*systemic risk buffer*) a rendszerkockázat mérséklése érdekében. A biztosítási szektorban az International Association of Insurance Supervisors (IAIS) is foglalkozik a rendszerkockázat tevékenység alapú értékelési módszereinek fejlesztésével (ECB, 2017;133.). *Gauthier et al.* (2012) kanadai bankok adatai alapján arra vonatkozóan végeztek számításokat, hogy milyen hatásai lehetnek a rendszerkockázati szemléletű makroprudenciális tőkekövetelmény alkalmazásának a bankszektorban. A makroprudenciális tőkekövetelményt olyan fixpontként definiálták, amelynél mindegyik bank tőkekövetelménye megegyezik a rendszer egészének kockázatához való hozzájárulásával (a javasolt tőkekövetelmény esetén). Empiri-

kus eredményeik alapján ezen rendszerkockázati szemléletű tőkekövetelmény alkalmazása az egyéni banki csődvalószínűséget és a rendszerszintű válság valószínűségét is csökkentette mindegy 25 százalékkal. Ezt az eredményt Gauthier et al. (2012) hálózatalapú strukturális modellel számolták ki. A hálózatalapú modellezési megközelítés az utóbbi években elterjedt a rendszerkockázati szakirodalomban (például de Souza et al., 2016; Huang et al., 2016; Hu et al., 2015; Balog et al., 2012; Csóka és Kiss, 2015). A szakirodalom ilyen irányú bővülése a rendszerkockázat pontosabb modellezését teheti lehetővé, mivel a bankszabályozásról szóló hagyományos elméleti megközelítésben alkalmazott reprezentatív banki feltevés nem veszi figyelembe például azt sem, hogy elméletileg az általános egyensúlyban mindegyik bank befektetési döntésének lehet externális hatása a többi bank eredményére és így a befektetési döntéseire is (Acharya, 2009).

A pénzügyi intézmények egymásra gyakorolt hatásainak sokfélesége is hozzájárul ahhoz, hogy a rendszerkockázati mutatószámok köre rendkívül széles. Eling és Pankoke (2014) a rendszerkockázat 26 definíciójának áttekintése után három fontos definíciós elemet azonosított:

- valamely esemény bekövetkezése (például a pénzügyi intézmény csődje, a gazdaság egészére ható sokk létrejötte stb.);
- az esemény hatása (a legtöbb definíció meghatározza az esemény bekövetkezésének következményeit, például hogy a reálgazdaságot negatívan befolyásolja az esemény);
- okozati összefüggés (néhány definíció kiemeli az okozati összefüggést, mikor egy adott kockázatot rendszerkockázatnak tekint).

A banki rendszerkockázattal kapcsolatban de Souza et al. (2016) azonosított néhány csatornát, amelyen keresztül a kockázatok az egyes intézmények között áterjedhetnek:

- kockázatkonzentrációs csatorna, amikor a bankok nagy része egy közös kockázati faktornak van kitéve,
- mérlegen keresztüli áterjedési csatorna,
- árák által közvetített áterjedés, például amikor gyorsan szükség van valamely eszköz eladására („*asset fire sales*”),
- illikviditási spirálok kialakulása.

A rendszerkockázati mutatószámok köre nagyon széles, az elméleti modellkonstrukciókban is sokféleképpen definiálható mutatószám, és a gyakorlati számolásokban is több indikátor terjedt el. Giglio et al. (2016) néhány gyakrabban alkalmazott rendszerkockázati mutatószámot a következő csoportokba sorol:

- intézményspecifikus kockázatot mérő indikátorok, amelyek egy intézmény hozzájárulását vagy érzékenységét mérik a gazdaság egészének szintjén mért rendszerkockázathoz, ide tartozik például az Adrian és Brunnermeier (2008) által definiált ΔCoVaR , ami a pénzügyi problémás és a medián állapotú intézményt feltételezve mért feltételes (pénzügyi) rendszerszintű VaR különbsége;
- együttmozgás és áterjedés fókuszú mutatószámok, amelyek a pénzügyi intézmények részvényhozamai közötti összefüggést mérik, ide tartozik például a Kritzman et al. (2011) által is említett abszorpciós hányados, ami azt méri, hogy a pénzügyi rendszer varianciájából mekkora részt magyaráz az első néhány főkomponens;
- volatilitási és instabilitási mutatószámok (például a néhány legnagyobb pénzügyi intézmény részvényvolatilitásának átlagából számolhatók);
- likviditási- és hitelmutatószámok;
- egyéb mutatószámok (például a pénzügyi intézmények közötti kapcsolatokkal összefüggő indikátorok, a bankközi hitelekkel kapcsolatos értékek stb.).

A rendszerkockázati mutatószámok csoportosításának nehézségét mutatja, hogy szá-

mos mutatószám nem illeszkedik jól a *Giglio et al.* (2016) által bemutatott négy (az „egyéb” kategórián kívüli) kategóriába, ilyen indikátornak tekinthető például a *Huang et al.* (2009) által alkalmazott mutatószám is, amely a rendszerkockázatot a pénzügyi nehézségek elleni biztosítás (egyfajta kockázatalapú betétbiztosítás) elméleti árával méri. Egészében véve megállapítható, hogy a rendszerkockázat különböző aspektusait még elméletileg sem egyszerű különválasztani. *Raffestin* (2014) megállapítása szerint például a portfólió-diverzifikáció (például egy bank eszközállományában) egyfelől egyedileg nagyobb biztonságot jelenthet, azonban a befektetők között kapcsolatok jönnek létre az ugyanolyan eszközök tartása révén, ami egyfajta „endogén kovariancia” létrejöttét eredményezi és a rendszerkockázathoz is hozzájárul.

A hozamok közötti kovariancia és korreláció fontos szerepet kap a rendszerkockázat-mérési szakirodalomban. Elméleti modelljében *Acharya* (2009) a rendszerkockázatot a bankok által tartott eszközök hozamaira vonatkozó, endogén módon választott korreláció értékével méri. *Wagner* (2009) elméleti modelljében a bankok portfólióválasztását elemezve bemutatja, hogy amikor a bankcsőd externális hatásai a bankszektor általános állapotától függenek, akkor a bankoknál a kisebb korreláció nem feltétlenül előnyösebb a pénzügyi rendszer egésze szempontjából.

A gyakorlati számításokban szintén elterjedtek a hozamok együttmozgását mérő rendszerkockázati indikátorok. *Civitarese* (2016) a hozamkorrelációkon alapuló néhány rendszerkockázati mutatószám közül elsősorban az abszorpciós hányados, a sajátérték entrópia és az indexkohéziós erő (Index Cohesion Force) jellemzőivel foglalkozik:

- az indexkohéziós erő a napi hozamok alapján számolt átlagos korreláció és az átlagos (az index hozamok hatását kiszűrve számol) parciális korreláció hányadosa;

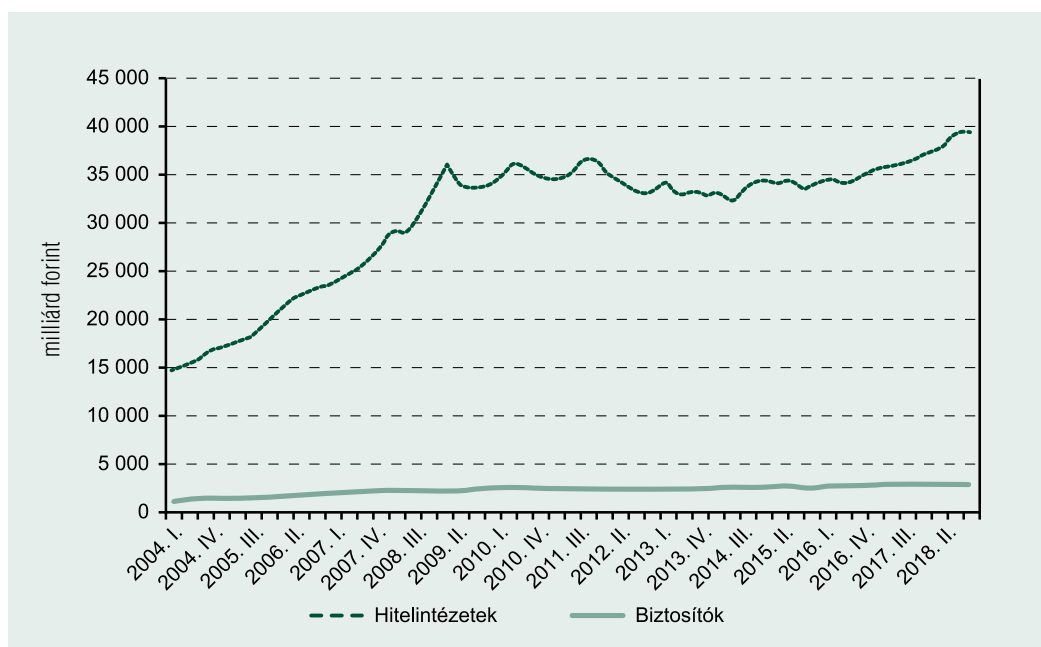
- a Kritzman et al. (2011) által is leírt abszorpciós hányados a hozamok kovarianciamátrixának sajátérték-sajátvektor felbontásával számolható, és a nagy sajátértékekkel magyarázható összvarianciarészként értelmezhető;
- a sajátérték entrópia a korrelációs mátrix sajátérték-sajátvektor (illetve szinguláris érték) felbontásán alapulva számolható.

A PÉNZÜGYI SEKTOROK RENDSZERKOCKÁZATI KÜLÖNBSÉGEI

A pénzügyi közvetítőrendszer hagyományos szereplői a (kereskedelmi) bankok, amelyeknek egyik fő tevékenysége a betétgyűjtés és a hitelezés. A működésre jellemző kockázatok fontos forrása, hogy a betétek lejáratá általában rövidebb, mint a hiteleké. Az egyes bankok problémái rendszerszintű kockázatot jelenthetnek, mivel többek között az egymás közötti fizetések hálózatán keresztül összekapcsolódott bankok pénzügyi problémái más bankokra is áterjedhetnek. A modern pénzügyi szolgáltatások terjedésével a rendszerkockázat újabb forrásai alakultak ki, a pénzügyi csoportok kialakulásával elméletileg például a biztosítók pénzügyi problémái is áterjedhetnek a bankszektorra. A rendszerkockázat mértéke azonban a különböző szektorokban nem feltétlenül azonos, a rendszerkockázat mértékét az adott szektorok mérete is befolyásolhatja. Magyarországon a hitelintézetek összevont mérlegéből számolt eszközállomány 2018 harmadik negyedének végén mindegy 13,8-szorosa volt a biztosítók statisztikai mérlegében szereplő összes eszközállományának. Az 1. ábra ennek a két értéknek az időbeni alakulását mutatja.

Az 1. ábra alapján arra lehet következtetni, hogy a magyar pénzügyi szektorban a biztosítók rendszerkockázati hatása jelenleg a szektor méretéből adódóan is kisebb lehet, mint a bankszektorban, ugyanakkor ezt a megállapítást az

ÖSSZES ESZKÖZÁLLOMÁNY A SZEKTOROKBAN (MILLIÁRD FORINT)

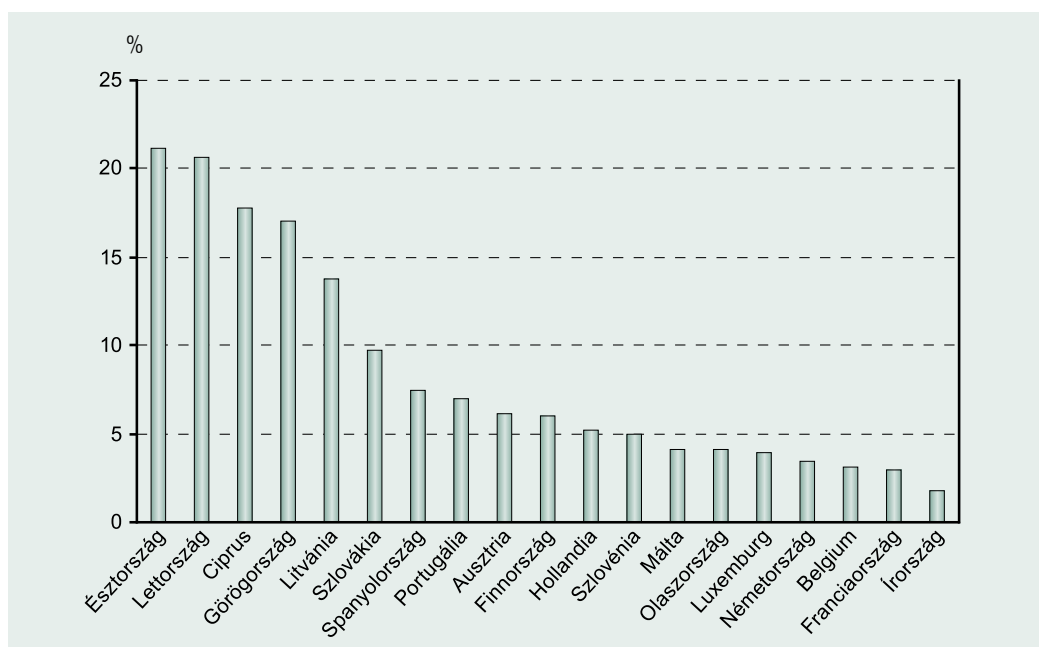


Forrás: Magyar Nemzeti Bank, www.mnb.hu/statisztika/statisztikai-adatok-informaciok/adatok-idosorok/x-monetaris-es-egyeb-merlegstatistikak

egy- egyes intézményi adatok alapján pontosabban is meg lehet fogalmazni. Az egyes szektorok méretének különbségeinél azt is figyelembe kell venni, hogy hosszabb távon a méretbeli arányok változhatnak, az Európai Unió néhány országában ugyanekkor (2018. harmadik negyed- év végén) a hitelintézetek (credit institutions) és a biztosítók (insurance corporations) eszközállományának hányadosa változatos értékű volt, ahogyan ezt a 2. ábra is mutatja. A magyar adathoz hasonlóan (ami mintegy 13,8) értelmezhető mutatószámok között vannak 20 feletti és 3 alatti értékek is. A legkisebb érték az írországi 1,76 és szintén viszonylag alacsony például a francia (2,95), a belga (3,15) és német (3,5) érték. A biztosítási és banki szektor egymáshoz viszonyított méretét sok tényező befolyásolhatja, az életbiztosítási termékek fogyasztása például kulturális tényezőkkel függhet össze (Chui, Kwok, 2008), egy empirikus

elemzés szerint pedig az életbiztosítások használatának legrobustusabb magyarázó tényezői között van például a bankszektor fejlettsége, az infláció és az egy főre jutó jövedelem (Beck, Webb, 2003). A gazdaság fejlődésével, illetve a biztosítási termékek terjedésével a biztosítási szektor bankszektorhoz képest mért aránya Magyarországon is emelkedhet, ami szintén alátámasztja a biztosítási szektorbeli rendszerkockázati kutatások fontosságát.

Az egyes pénzügyi szektorok összehasonlításakor fontos a rendszerkockázati mutatószám pontos definiálása. A banki és biztosítási szektor rendszerkockázatának összevetésekor a korábbi szakirodalom gyakran a „fertőzések” lehetséges hatásaira koncentrált. Ez fontos kutatási irány, és ezzel kapcsolatban a szakirodalomban gyakran szerepel az a megállapítás, hogy a hagyományos biztosítási tevékenységnek a bankokéhoz képest alacsonyabb a rend-

HITELINTÉZETEK ÉS BIZTOSÍTÓK ESZKÖZÁLLOMÁNYÁNAK ARÁNYA

Forrás: European Central Bank, <http://sdw.ecb.europa.eu/> és saját számítások

szerkockázata (Kessler, 2013; Trichet, 2005; Eling-Pankoke, 2014). Az ezzel kapcsolatos egyik fő elméleti érv az, hogy a biztosítóknál nincs olyan fokú intézményi összekapcsolódás, mint amilyen a bankközi piacon, illetve a fizetési rendszer működtetésekor tapasztalható (Thimann, 2014). A bankok rendszerkockázatát nagymértékben befolyásolhatja a bankközi piaci kapcsolatrendszer, a tőkeáttétellel kombinált lejárat transzformáció, a likviditási kockázat jelenléte és a fizetési rendszer működtetése (Thimann, 2014). Ezek a tényezők a hagyományos biztosítási piacon nem jellemzők, így feltételezhető, hogy a biztosítók rendszerkockázata különbözik a bankokétól. Az intézményi fizetésképtelenséggel összefüggő „fertőzések” terjedésére a biztosítók és a viszontbiztosítók közötti kapcsolatok révén elméletileg a viszontbiztosításon keresztül lenne lehetőség (Morrison, 2003), azonban egy viszontbiztosító

fizetésképtelenségének elsősorban nem szektor-szintű, hanem egyedi intézményi hatásai valószínűsíthetők (ESRB, 2015). Az ESRB (2015, 14–17. oldal) alapján a biztosítók rendszerkockázati hatása (a pénzügyi rendszerre vagy a reálgazdaságra) a nem hagyományos, nem biztosítási tevékenységekben való részvételből (például bizonyos garanciatípusok vállalásából), az eszközallokációban esetlegesen jelentkező prociklikusságból, a biztosítások díjmeghatározásában tapasztalható prociklikusságból és például a kamatláb kockázatnak való együttes kitétségből eredhet. A bankszektorhoz képest a biztosítási szektorban az intézményi fizetésképtelenség kialakulásánál (illetve ennek esetleges „fertőző” hatásainál) is van különbség, mivel a bankoknál az ügyfelek a lát-ra szóló betéteket elméletileg azonnal kivethetik a bankból, míg a biztosításoknál az ehhez hasonló hatású, szerződésekkel kapcsolatos visz-

szavásárlások lebonyolítása lassabban történhet, és az ezzel kapcsolatos adminisztrációs költség is visszatarthatja az ügyfeleket a szerződések visszavásárlásától (Morrison, 2003). A pénzügyi válságokkal kapcsolatos gyakorlati tapasztalatok arra utalnak, hogy a biztosítási szektor esetében is fontos a rendszerkockázat mérése (Arnold et al., 2012), az IAIS (International Association of Insurance Supervisors) is foglalkozik a biztosítók esetében a rendszerkockázat tevékenység alapú értékelésének lehetőségeivel (ECB, 2017, 133. oldal).

A témával kapcsolatos empirikus eredmények nem egyértelműen mutatják a biztosítási szektor alacsonyabb rendszerkockázatát, így a biztosítási és banki rendszerkockázat (pontosan definiált) összetevőinek összehasonlítása jelenleg is aktuális kérdésnek tekinthető. A bankszektor, a biztosítási szektor és egyéb pénzügyi szolgáltatási szektor ΔCoVaR (Adrian, Brunnermeier, 2008) jellegű rendszerkockázati mutatóinak összehasonlításakor Bernal et al. (2014) azt állapították meg, hogy mindhárom pénzügyi szektor szignifikánsan hozzájárult a rendszerkockázathoz az eurozóna és az USA esetében is. Az elemzéshez alkalmazott 2004 és 2012 közötti adatokkal Bernal et al. (2014) azt is megállapították, hogy az eurozónában az egyéb pénzügyi szolgáltatási szektornak és a bankszektornak nagyobb volt a rendszerkockázati hozzájárulása, mint a biztosítási szektornak, míg az USA esetében ebben az időszakban a biztosítási szektor rendszerkockázati hozzájárulása volt a legnagyobb.

MÓDSZERTANI ÁTTEKINTÉS ÉS EMPIRIKUS EREDMÉNYEK

A rendszerkockázat szakirodalmában nagyon sokféle mutatószámról van szó, és a különböző megközelítések közül kiemelkedően sok mutatószám kapcsolódik a hálózatelmélethez és a hozamegyüttmozgáshoz. Ez a két mérési meg-

közelítés bizonyos szempontból hasonlóan is tekinthető, hiszen elméletileg a hálózatelmélet hozzájárulhat a hozamegyüttmozgások magyarázatához. A következő részben azonban nem a kétféle mérési szemléletmód közötti elméleti különbségekkel foglalkozunk, hanem mindössze az egyik kiválasztott mutatószámhoz hasonlóan elvégzett számolások eredményeit értelmezzük. Ez a kiválasztott mutatószám az abszorpciós hányados, amely Kritzman et al. (2011) alapján főkomponens-elemzés eredményeként számolt sajátértékek figyelembe vételével határozható meg. A sajátértékek a matematikában például a szimmetrikus mátrixok spektrálfelbontási tételéhez kapcsolódva értelmezhetők, ha van például egy M szimmetrikus mátrix, akkor a spektrálfelbontási tétel alapján M mátrixhoz tartozóan van olyan ortonormált bázis (ami az M mátrix sajátvektorait tartalmazza), amelyben az M mátrix diagonális, és a diagonális mátrix főátlójában a sajátértékek találhatók (Medvegyev, 2002, 454. oldal). A főkomponens-elemzésben a korrelációs vagy kovarianciamátrixok sajátvektorai alapján komponensek koordinátái számolhatók, és a sajátértékek a komponensek varianciáit mutatják. Ha viszonylag kevés komponens szükséges ahhoz, hogy a hozzájuk tartozó sajátértékek az összes variancia nagy részét tegyék ki, akkor ez arra utal, hogy a korrelációs értékek abszolút értékben viszonylag nagyok. Ha a korrelációs értékek hozamokra vonatkoznak, akkor tehát a hozamok együttmozgása mérhető a főkomponens-elemzésben számolható sajátértékekkel, ahogyan ezt például Kritzman et al. (2011) leírja.

Kritzman et al. (2011) az abszorpciós hányadost az első néhány sajátérték összegének és az összes sajátérték összegének hányadosaként definiálja egy olyan elemzésben, amelyben eszközhozamok kovarianciamátrixa szerepel. Kritzman et al. (2011) megállapítása szerint az abszorpciós hányados nagyobb értéke magasabb szintű rendszerkockázatnak felel

meg, mert ez a helyzet arra utal, hogy a kockázat forrásai egységesebbek.

A magyar banki és biztosítási adatok esetében az abszorpciós hányados számolásánál problémát jelentene, hogy mindössze néhány intézmény esetében állnak rendelkezésre tőzsdéi adatok, amelyek alapján napi hozamokat lehetne számolni. Bár napi adatok nem állnak rendelkezésre, de számviteli beszámolókból számolhatók hozamértékek, például a sajáttőke-arányos hozamok. Az ilyen módon számolt hozamértékek mennyisége azonban nem elég a főkomponenselemzés elvégzéséhez (az időpontok száma kevesebb, mint a változók száma az adatbázisban). Módszertani szempontból megoldást jelenthet a sokdimenziós skálázás alkalmazása, amelyben bizonyos beállításokkal lehetséges sajátérték-sajátvektor felbontáson alapuló számítások végzése.

A sokdimenziós skálázás többféle módszer átfogó elnevezése, az egyik típusú elemzés a metrikus skálázás. Az – abszorpciós hányados számolásánál is alkalmazott – főkomponens-elemzés és a metrikus skálázás eredményei között közvetlen kapcsolat van, ha a korrelációs mátrix felbontásáról és sztenderdizált euklideszi távolságok skálázásáról van szó (Kovács, 2014, 226. oldal). *Bécavin et al.* (2011) szintén megemlíti, hogy bizonyos esetekben a főkomponens-elemzés és a sokdimenziós skálázás eredményei megegyezhetnek. A következő számításokban ennek alapján a sokdimenziós skálázásnál intervallum mérési szintű modellt alkalmazunk. Az elemzés Kritzman et al. (2011) elemzéséhez hasonlóan hozam adatok alapján készül, és mivel Kritzman et al. (2011) a hozamok kovarianciamátrixát tekinti az elemzés kiindulópontjának, a sokdimenziós skálázás során nem sztenderdizáljuk a hozamváltozókat. Bár Kritzman et al. (2011) elemzésében ez nem kapott nagy szerepet, jelen elemzésben a hozamok autokorrelációit is megvizsgáltuk, és a Box-Ljung-teszthez kapcsolódó p-érték az elsőrendű autokorrelációk esetében általában viszony-

lag magas érték volt, mindössze néhány esetben fordult elő hogy a teszt nullhipotézise csak 0,1 százalékos szignifikanciaszinten volt elfogadható. Ennek alapján esetleges autokorrelációs problémák miatt az elemzésben nem került sor hozam adatok kihagyására.

A hozamok értékeit az elemzésben számviteli adatok alapján sajáttőke-arányos hozamként számoljuk (az adózás előtti eredmény értékét a saját tőke értékével leosztva számolható a hozam). A hozamok számolására azoknál az intézményeknél került sor, amelyeknek 2003 és 2015 között minden évben volt publikált mérleg- és eredménykimutatás-adata, és az ezen időszak alapján számolt átlagos hozam nem volt negatív érték. Az elemzésben szereplő adatok a két szektor nagy részét reprezentálják: az összesített mérlegfőösszegeken belül 2015-ben a bankszektorban 63,22 százalékot, míg a biztosítási szektorban 79,44 százalékot tett ki az elemzésben szereplő intézmények mérlegfőösszegeinek összege.

A sokdimenziós skálázás lényege ebben az elemzési helyzetben úgy foglalható össze, hogy az eredeti dimenziószámú térben számolható koordináták alapján kevesebb dimenziószámú térbeli koordináták számolhatók olyan módon, hogy az eredeti és a „mesterséges” térbeli távolságmátrixok a lehető legjobban hasonlítsanak. A hasonlóság mérhető STRESS-mutatószámmal és a kétféle távolságértékek kapcsolatát jellemző R -négyzet mutatószámmal. Ha az adott dimenziószámú térben az illeszkedés kiváló, akkor érdemes a sokdimenziós skálázásos térbeli dimenziókat értelmezni. Ebben az elemzésben a sokdimenziós skálázásos dimenziók a hozamdimenziók, és nagyon érdekes kutatási kérdés, hogy egy kiválóan illeszkedő modellben a banki és biztosítási hozamdimenziók mennyire hasonlítanak. A kiválóan illeszkedő modellben a dimenziók száma is érdekes adat, ez azzal hasonlítható össze, hogy egy főkomponens-elemzésben mennyi lenne az elemzésben megőrzött komponensek (és a hozzájuk tartozó sajátértékek) száma.

A sokdimenziós skálázási modellekben az illeszkedés egyik mérőszáma a STRESS- (Standardized Residual Sum of Squares) mutatószám, amelynek 0,05 alatti értéke jó illeszkedésre utal (Kovács, 2014, 228. oldal). Az illeszkedés jószágát jelzi ezen kívül a kétféle távolság-értékek kapcsolatára vonatkozóan számolható R -négyzet mutatószám, ennek esetében nincs konkrét érték a kiváló illeszkedés mérésére, minél nagyobb az R -négyzet mutatószám, annál jobb az illeszkedés. Az elemzésben szereplő 16 bank és 17 biztosító adatai esetében mért STRESS és R -négyzet értékek összefoglalását (a különböző dimenziószámok esetében) az 1. táblázat tartalmazza.

Az 1. táblázatban szereplő STRESS-értékek alapján arra lehet következtetni, hogy a bankszektornál a 3 dimenziós megoldás már jónak tekinthető, míg a biztosítási szektor esetében a 4 dimenziós megoldásnál fordul elő először, hogy jó a modell illeszkedése. Ezek az eredmények ahhoz hasonlóak, mintha egy főkomponens-elemzésben 3, illetve 4 komponens megőrzésére került volna sor külön-külön a 16 (banki) és 17 (biztosítási) változó alapján. Természetesen az elemzésben szereplő változók száma is befolyásolhatja az eredményt, ugyanakkor a 16 és 17 változó között viszonylag kismértékű a különbség, és a biztosítási szektorban a 4 dimenziós megoldásnál mindkét mutatószám kissé előnyte-

lenebb, mint a bankszektorban a 3 dimenziós megoldásnál (az R -négyzet érték kisebb és a STRESS-érték nagyobb). Egészében véve az 1. táblázat eredményei alapján arra lehet következtetni, hogy a biztosítási szektorban kevésbé mozognak együtt a hozamok, mint a bankszektorban, ami alapján a biztosítási szektor rendszerkockázata a bankszektorénál némileg alacsonyabbnak tekinthető. A két szektorban számolt illeszkedési mutatószámok a 3/a. és 3/b. ábrán is összehasonlíthatók, ez a két ábra is a biztosítási szektor némileg kisebb rendszerkockázatára utal.

Az eredmények alapján a 16 banki hozamváltozónál a 3 dimenziós skálázási modell jól illeszkedik, ami a hozamok viszonylag nagymértékű együttmozgására utal, a biztosítási szektor 4 dimenziós modelljéhez hasonlóan. A rendszerkockázat különböző (ciklikus és strukturális) típusai elméletileg egyaránt eredményezhetik a hozamok együttmozgását, az MNB (2018a) által a ciklikus rendszerkockázati típusokhoz sorolt eszközárborékok miatt például a hasonló jellegű ingatlanokkal kapcsolatos hitelezéssel foglalkozó bankok hozamai változhatnak egymáshoz hasonlóan. A strukturális rendszerkockázatok közé sorolható a kitettség-koncentráció, például ha egyes bankok hitelezési tevékenysége ügyféltípus tekintetében

1. táblázat

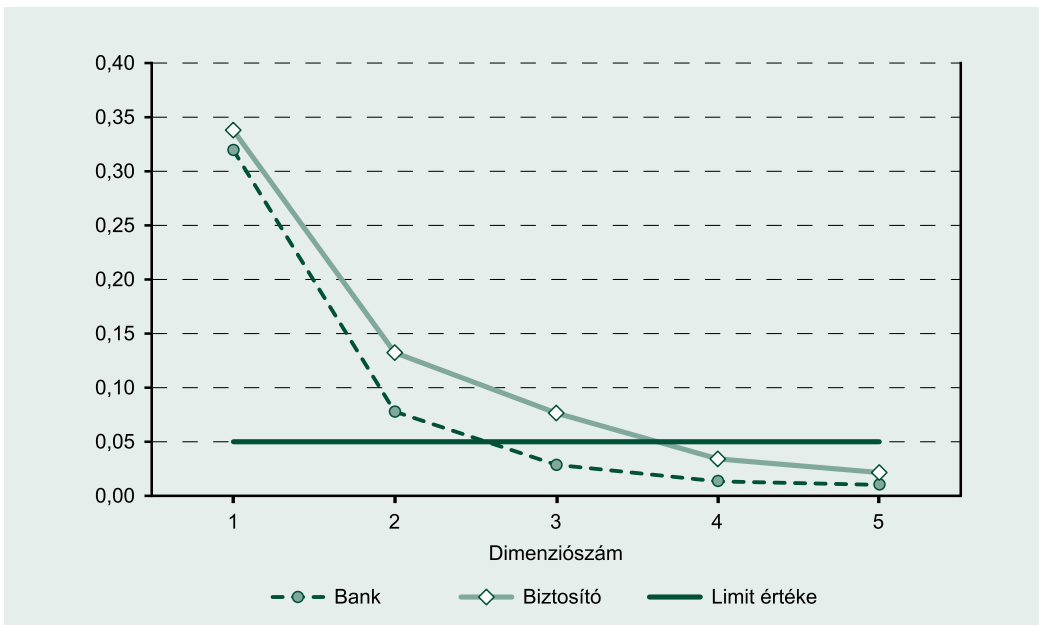
ILLESZKEDÉSI MUTATÓSZÁMOK A DIMENZIÓSZÁM FÜGGVÉNYÉBEN

Mutatószámok	Dimenziók száma				
	1	2	3	4	5
Bank, STRESS	0,31869	0,07917	0,02933	0,01410	0,01118
Bank, R^2	0,82155	0,98588	0,99696	0,99921	0,99950
Biztosító, STRESS	0,33831	0,13333	0,07672	0,03401	0,02092
Biztosító, R^2	0,70510	0,90263	0,95499	0,98929	0,99533

Forrás: saját számítások a www.mnb.hu alapján

3/a. ábra

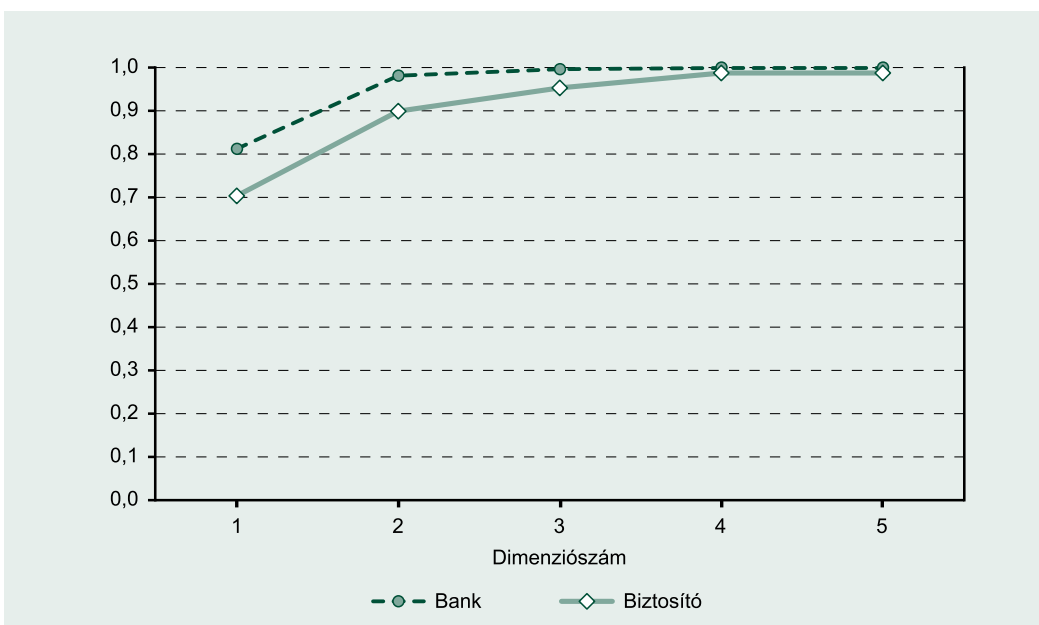
STRESS-MUTATÓSZÁMOK A DIMENZIÓSZÁM FÜGGVÉNYÉBEN



Forrás: saját számítások www.mnb.hu alapján

3/b. ábra

R²-MUTATÓSZÁMOK A DIMENZIÓSZÁM FÜGGVÉNYÉBEN



Forrás: saját számítások www.mnb.hu alapján

ben nem különbözik nagymértékben (MNB, 2018a), szintén eredményezheti az intézményszintű hozammutatók hasonló alakulását.

A jól illeszkedő banki és biztosítási modellekben rendelkezésre állnak a hozamdimenzióhoz tartozó koordináta adatok is, amelyek esetében elméletileg a korrelációs együttható értéke nulla, mert sajátvektoroknak feleltethetők meg (a főkomponens-elemzésben számolható „mesterséges” változókhoz hasonlóan). A banki és biztosítási szektor hozamdimenziói között számolható (Pearson-féle) korrelációs együtthatók nem feltétlenül nullák, és az értékük a két szektor hozamait befolyásoló „faktorok” hasonlóságát mutathatja, ezeket a korrelációs együttható értékeket a 2. táblázat tartalmazza.

A sokdimenziós skálázásban az egyes dimenziók „fontossági” sorrendben követik egymást, ami például azt jelenti, hogy az első dimenzió mentén a maximális és minimális érték különbsége nagyobb, mint a második dimenzió mentén. Ennek figyelembe vételével megállapítható, hogy a bankszektorban legfontosabbnak tekinthető dimenzió mindössze a biztosítási szektorbeli negyedik dimenzióval korrelál kismértékben (és a korreláció értéke 5 százalékos szignifikanciaszinten nem tekinthető nullától különbözőnek). Ez az eredmény jelezheti a bankszektor és a biztosítási szektor különbö-

ségeit, a 2. táblázat alapján a banki hozamokat leginkább „magyarázó” dimenzió a biztosítási szektor hozamait nem befolyásolja nagymértékben. A banki és biztosítási szektorbeli második legfontosabb dimenzió azonban már jelentősen korrelál, ennek a dimenzióknak a megnevezése (például annak alapján, hogy milyen gazdasági tényezővel korrelál ez a dimenzió) külön elemzés tárgya lehetne, jelen elemzésben ezzel a kérdéssel terjedelmi okok miatt nem foglalkozunk. A bankszektorbeli harmadik dimenzió a biztosítási szektor első dimenziójával is jelentősen korrelál (a korrelációs együttható előjelét ebben az esetben nem szükséges értelmezni, mert a dimenziókhöz tartozó sajátvektorok előjele tetszőleges), ami a két szektor bizonyos mértékű hasonlóságára utal. Egészében véve az eredmények arra utalnak, hogy a banki és biztosítási szektor hozamai részben különböző tényezők hatására alakulnak, és ennek eredményeképpen a két szektor hozamegyüttmozgással kapcsolatos rendszerkockázata is kismértékben különbözik.

ÖSSZEFOGLALÁS

A pénzügyi intézményekre vonatkozó rendszerkockázati vizsgálatok az elmúlt években egyre nagyobb figyelmet kaptak. Ennek so-

2. táblázat

KORRELÁCIÓS EGYÜTTHATÓK A DIMENZIÓK ESETÉBEN

	Bizt1	Bizt2	Bizt3	Bizt4
Bank1	0,155 (0,614)	-0,143 (0,642)	0,451 (0,122)	-0,537 (0,059)
Bank2	-0,306 (0,310)	0,849 (0,000)	0,114 (0,710)	0,169 (0,581)
Bank3	-0,763 (0,002)	-0,172 (0,574)	-0,096 (0,754)	-0,342 (0,253)

Forrás: saját számítások a www.mnb.hu alapján (p-értékek zárójelben)

rán a bankokon kívül a biztosítók és az egyéb pénzügyi intézmények működését is mind nagyobb figyelem övezi. Jelen tanulmány a szakirodalomhoz a magyar banki és biztosítási szektor rendszerkockázatának összehasonlításával szeretne hozzájárulni.

A rendszerkockázat sokféleképpen mérhető, és a tanulmányban egy olyan módszerrel foglalkoztunk, ami a hozamok együttmozgásának méréséhez kapcsolódik. A tanulmányban alkalmazott sokdimenziós skálázási módszer a szakirodalomban abszorpciós hányados néven említett mutatószám számolásához alkalmazott főkomponens-elemzéshez hasonlít, azonban módszertani szempontból alkalmasabb a rendelkezésre álló adatok elemzésére. A magyar banki és biztosítási szektor intézményeinek nagy részéről nem elérhetőek napi részvénypiaci hozamadatok, de a szektorok minden intézményére vonatkozóan számolhatóak hozamok az évente közzétett mérleg- és eredménykimutatási adatokból. A tanulmányban néhány kivételtől eltekintve az összes bank és biztosító 2003 és 2015 közötti sajáttőke-arányos hozamai szerepelnek, amelynek alapján elkülöníthetők, és szektorok között összehasonlíthatók a legfontosabb hozamdimenziók. A különböző dimenziószámú megoldások illeszkedési adatai a szakirodalomban rendszerkockázati mutatószámként elterjedt abszorpciós hányadoshoz hasonló módon értelmezhetők. Az eredmények alapján arra lehet következtetni, hogy a biztosítási szektor hozamegyüttmozgással kapcsolatos rendszerkockázata némileg alacsonyabb a bankszektorénál. A banki és biztosítási szektor különbségét az is jelzi, hogy a hozamdimenziók közül a bankszektor esetében

legnagyobb jelentőségű dimenzió mindössze a biztosítók számára negyedik legfontosabb dimenzióval függ össze kismértékben. A két szektor bizonyos mértékű hasonlóságát mutatja, hogy a második dimenzióhoz tartozó értékek (a banki és biztosítási második dimenzió) kapcsolata szignifikánsnak tekinthető. Egészében véve a tanulmány eredményei hasonlítanak a szakirodalomban megfogalmazott azon álláspont-hoz, amely szerint a banki és biztosítási rendszerkockázat forrásai részben eltérnek, és ezzel összefüggésben a biztosítási rendszerkockázat a bankszektorénál kisebbnek tekinthető.

Az eredményekkel kapcsolatban érdemes hangsúlyozni, hogy mindössze az egyik lehetséges rendszerkockázati mutatószámhoz hasonló módszertani megközelítés szerepel a tanulmányban, ezért más szemléletű rendszerkockázati mutatószám számolásakor elméletileg a következtetések is eltérőek lehetnének. Szintén fontos megemlíteni, hogy széles körű adatok a magyar bankok és biztosítók esetében mindössze a számviteli beszámolók adataiból érhetőek el, ezért az eredmények közvetlenül nem hasonlíthatók össze olyan egyéb tanulmányokéval, amelyek tőzsdei árfolyamok alapján számolt napi hozamokkal számoltak. Ezzel együtt a tanulmány a lehetőségekhez igazodva a teljes banki és biztosítási szektor leírására törekszik, és az egységes módszertani megközelítés következtében megoldható a két szektor összehasonlítása. A témával kapcsolatos kutatások további irányát jelentheti a rendelkezésre álló adatokból egyéb hozammutatók definiálása és a különböző hozammutatók alapján ugyanolyan módszertannal számolt eredmények összehasonlítása.

JEGYZET

¹ A szerző köszönetét fejezi ki a lektornak a tanulmány átdolgozásával kapcsolatos értékes javaslataiért.

IRODALOM

- ACHARYA, V. V. (2009). A theory of systemic risk and design of prudential bank regulation. *Journal of Financial Stability*, 5, pp. 224–255
- ADRIAN, T., BRUNNERMEIER, M. K. (2008). CoVaR. Federal Reserve Bank of New York Staff Reports, no. 348
Online: https://www.newyorkfed.org/medialibrary/media/research/staff_reports/sr348.pdf
- ARENA, M. (2008). Does insurance market activity promote economic growth? A cross-country study for industrialized and developing countries. *The Journal of Risk and Insurance*, Vol. 75, No. 4., pp. 921–946
- ARNOLD, B., BORIO, C., ELLIS, L., MOSHIRIAN, F. (2012). Systemic risk, macroprudential policy frameworks, monitoring financial systems and the evolution of capital adequacy. *Journal of Banking & Finance*, 36, pp. 3125–3132
- BALOG D., BÁTNYI T. L., CSÓKA P., PINTÉR M. (2012). *Pénzügyi hálózatok modellezése Jackson és Watts (2002) nyomán*. In: Egyensúly és optimum. Tanulmányok Forgó Ferenc 70. születésnapjára. Aula Kiadó, Budapest, 151–168. oldal
- DE BANDT, O., HARTMANN, P. (2000). Systemic risk: a survey. European Central Bank Working Paper No. 35
- BAUR, D. G., Schulze, N. (2009). Financial market stability – a test. *Journal of International Financial Markets, Institutions & Money*, 19, pp. 506–519
- BECK, T., WEBB, I. (2003). Economic, demographic, and insitutional determinants of life insurance consumption across countries. *The World Bank Economic Review*, Vol. 17, No. 1, pp. 51–88
- BERNAL, O., GNABO, J., GUILMIN, G. (2014). Assessing the contribution of banks, insurance and other financial services to systemic risk. *Journal of Banking & Finance*, 47, pp. 270–287
- BÉCAVIN, C., TCHITCHEK, N., MINTSA-EYA, C., LESNE, A., BENECKE, A. (2011). Improving the efficiency of multidimensional scaling in the analysis of high-dimensional data using singular value decomposition. *Bioinformatics*, 27(10), pp. 1413–1421
- BILLIO, M., Getmansky, M., Lo, A. W., Pelizzon, L. (2010). Measuring systemic risk in the finance and insurance sectors. *MIT Sloan School of Management, MIT Sloan School Working Paper 4774-10*
- BILLIO, M., CAPORIN, M., PANZICA, R., PELIZZON, L. (2015). Network connectivity and systematic risk. Online: https://www.wu.ac.at/fileadmin/wu/d/i/finance/BBS-Papers/SS2015/20150303_Pelizzon_etal.pdf
- CIVITARESE, J. (2016). *Volatility and correlation-based systemic risk measures in the US market*. *Physica A* 459, pp. 55–67
- CHUI, A. C. W., KWOK, C. C. Y. (2008). National culture and life insurance consumption. *Journal of International Business Studies*, Vol. 39, No. 1, pp. 88–101
- CSÓKA P., Kiss T. (2015). Az összekapcsoltság hatása a rendszerkockázatra homogén bankrendszerben. *Szigma*, 46 (1–2)
- ELING, M., PANKOKE, D. (2014). Systemic risk in the insurance sector: review and directions for future research. *University of St.Gallen Working papers on finance* No. 2014/21
Online: http://ux-tauri.unisg.ch/publications/person/E/Martin_Eling/238473

- ELLIS, L., HALDANE, A., MOSHIRIAN, F. (2014). Systemic risk, governance and global financial stability. *Journal of Banking & Finance*, 45, pp. 175–181
- FÁYKISS P., SZOMBATI A. (2013). Makroprudenciális felügyelet az eurozónán kívüli európai országokban. *MNB Szemle különszám*, 63–70. oldal
- GAUTHIER, C., LEHAR, A., SOUISSI, M. (2012). Macroprudential capital requirements and systemic risk. *Journal of Financial Intermediation*, 21, pp. 594–618
- GIGLIO, S., KELLY, B., PRUITT, S. (2016). Systemic risk and the macroeconomy: An empirical evaluation. *Journal of Financial Economics*, 119, pp. 457–471
- HU, D., SCHWABE, G., LI, X. (2015). Systemic risk management and investment analysis with financial network analytics: research opportunities and challenges. *Financial Innovation*, 1
- HUANG, W. Q., ZHUANG, X. T., YAO, S., URYASEV, S. (2016). *A financial network perspective of financial institutions' systemic risk contributions*. Physica A 456, pp. 183–196
- HUANG, X., ZHOU, H., ZHU, H. (2009). A framework for assessing the systemic risk of major financial institutions. *Journal of Banking & Finance*, 33, pp. 2036–2049
- KÁLMÁN J. (2016). A pénzügyi közvetítőrendszer makroprudenciális szabályozásának és felügyeletének közigazgatási jogi aspektusai – normativitás, szerkezet, eszközzrendszer. *Hitelintézet Szemle*, 15. évf. 3. szám, 27–50. oldal
- KESSLER, D. (2013). Why (re)insurance is not systemic. *The Journal of Risk and Insurance*, 81(3), pp. 477–487
- KLEINOW, J., MOREIRA, F., STROBL, S., VÄHÄMAA, S. (2017). Measuring systemic risk: a comparison of alternative market-based approaches. *Finance Research Letters*, 21, pp. 40–46
- KOVÁCS E. (2011). A kockázat mint látens fogalom. *Hitelintézet Szemle*, 10(4), 349–359. oldal
- KOVÁCS E. (2014). *Többváltozós adatelemzés*. Typotex
- KRITZMAN, M., YUANZHEN, L., PAGE, S., RIGOBON, R. (2011). Principal components as a measure of systemic risk. *The Journal of Portfolio Management*, 37(4)
- LANG, J. H., IZZO, C., FAHR, S., RUZICKA, J. (2019). Anticipating the bust: a new cyclical systemic risk indicator to assess the likelihood and severity of financial crises. *European Central Bank, Occasional Paper Series No. 219*
<https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpops/ecb.op219-7483083881.en.pdf?3f125128c57998e5b8471c888c739de4>
- LUBLÓY Á. (2005). Dominóhatás a magyar bankközi piacon. *Közgazdasági Szemle*, LII. évf., 377–401. oldal
- MEDVEGYEV P. (2002). *Valószínűségszámítás. Fejezetek a matematikai analízisből és a valószínűségszámításból*. Aula
- MEDVEGYEV P. (2011). Néhány megjegyzés a kockázat, bizonytalanság, valószínűség kérdéséhez. *Hitelintézet Szemle*, 10(4), 314–324. oldal
- MORRISON, A. D. (2003). The economics of capital regulation in financial conglomerates. *The Geneva Papers on Risk and Insurance*, 28(3), pp. 521–533
- PAGANO, M. S., SEDUNOV, J. (2016). A comprehensive approach to measuring the relation between systemic risk exposure and sovereign debt. *Journal of Financial Stability*, 23, pp. 62–78

- RAFFESTIN, L. (2014). Diversification and systemic risk. *Journal of Banking & Finance*, 46, pp. 85–106
- SEDUNOV, J. (2016). What is the systemic risk exposure of financial institutions? *Journal of Financial Stability*, 24, pp. 71–87
- DE SOUZA, S. R. S., SILVA, T. C., TABAK, B. M., GUERRA, S. M. (2016). Evaluating systemic risk using bank default probabilities in financial networks. *Journal of Economic Dynamics & Control*, 66, pp. 54–75
- SZEGEDI L. (2012). A pénzügyi piacok közvetlen európai felügyeletének kihívásai. *Pénzügyi Szemle*, LVII. évf. 3. szám, 368–379. oldal
- THIMANN, C. (2014). How insurers differ from banks: a primer on systemic regulation; SRC Special Paper No 3
Online: http://www.systemicrisk.ac.uk/sites/default/files/downloads/publications/sp-3_1.pdf
- TRICHET, J. (2005). Financial stability and the insurance sector. *The Geneva Papers on Risk and Insurance*, 30, pp. 65–71
- WAGNER, W. (2009). Efficient asset allocations in the banking sector and financial regulation. *International Journal of Central Banking*, 5(1), pp. 75–95
- WEIß, G. N. F., BOSTANDZIC, D., NEUMANN, S. (2014). What factors drive systemic risk during international financial crises? *Journal of Banking & Finance*, 41, pp. 78–96
- ECB (2017): Financial stability review. European Central Bank, May 2017
Online: <https://www.ecb.europa.eu/pub/fsr/html/index.en.html>
- ESRB (2015): Report on systemic risks in the EU insurance sector. European Systemic Risk Board, 2015. december
- MNB (2018a): Stabilitás ma – stabilitás holnap. A Magyar Nemzeti Bank makroprudenciális stratégiája. Magyar Nemzeti Bank
<https://www.mnb.hu/penzugyi-stabilitas/makroprudencialis-politika/az-mnb-makroprudencialis-strategiaja>
- MNB (2018b): Makroprudenciális jelentés. Magyar Nemzeti Bank
<https://www.mnb.hu/kiadvanyok/jelentesek/makroprudencialis-jelentes/makroprudencialis-jelentes-2018>