

HOLLÓ DÁNIEL

Rendszerszintű stresszindex a magyar pénzügyi rendszerre¹

Az alábbi tanulmányban a magyar pénzügyi rendszerre fejlesztett rendszerszintű pénzügyi stresszindexet (REPSI) mutatjuk be. Az indikátor a magyar pénzügyi rendszer legfontosabb szegmenseinek, vagyis a spot devizapiacnak, a devizawap-piacnak, az államkötvények másodpiacának, a fedezetlen bankközi forintpiacnak, a tőkepiacnak, valamint a bankrendszernek az együttes stressz-szintjét méri. A pénzügyi rendszer hat szegmensének stressz-szintjét kifejező indexeket e szegmensindikátorok időben változó korrelációs szerkezetét figyelembe véve aggregáltuk rendszerszintű pénzügyi stresszindexszé. E módszernek köszönhetően a rendszerszintű stresszindex relatíve nagyobb súlyt rendel azon időszakokhoz, amikor a stressz a pénzügyi rendszer egyszerre több szegmensében is *tartósan* jelen van, vagyis amikor a súlyos reálgazdasági következményekkel járó kockázatok (rendszerkockázatok) materializálódásának az esélye a legmagasabb. Eredményeink szerint 2007 januárját követően a magyar pénzügyi rendszer stabilitása szempontjából egyértelműen rendszerkockázati jelentőséggel bíró, tartós stresszesemények voltak a Lehman Brothers 2008. szeptemberi csődje és ennek globális következményei. Az is megállapítható, hogy a 2011. július közepétől intenzívebbé váló, főként nemzetközi folyamatok által vezérelt pénzügyi turbulencia a rendelkezésre álló információk alapján magában hordozta a rendszerkockázati jellegét. Eredményeink szerint a pénzügyi rendszer stressz-szintjét a vizsgált időszakban (2007. január 2.–2013. május 14.) főként a banki szegmens- és a devizawap-piac zavarai mozgatták.²

1. BEVEZETÉS

A legutóbbi globális pénzügyi válság a pénzügyi rendszerek³ számos gyengeségére világított rá. A válság egyik fontos tanulsága, hogy a szabályozók és egyéb, a pénzügyi rendszer felügyeletéért felelős szervek nem rendelkeztek azokkal az eszközökkel, amelyeknek a segítségével megbízhatóan nyomon tudták volna követni a kockázatfelépülés folyamatát, illetve a pénzügyi rendszer aktuális kockázati szintjének mérését. Ha a szabályozók tudatában is voltak a kockázatok felépülésének, még abban az esetben sem rendelkeztek azokkal a szabályozói eszközökkel, amelyek a kedvezőtlen folyamatok észlelése esetén a pénzügyi rendszer

1 A tanulmány a szerző nézeteit tükrözi, amelyek nem feltétlenül esnek egybe a Magyar Nemzeti Bank hivatalos álláspontjával.

2 A dolgozathoz fűzött értékes megjegyzéseikért köszönettel tartozom *Aczél Ákosnak, Csajbók Attilának, Király Juliának, Nagy Mártonnak, Tamási Bálintnak és Világi Balázsnak.*

3 Pénzügyi rendszer alatt a pénzügyi piacok, pénzügyi közvetítők és a pénzügyi infrastruktúra összességét értjük.

egészt érintő, azonnali beavatkozást tettek volna lehetővé. A pénzügyi válság tehát rávilágított, hogy a pénzügyi piacok szereplőinek mikroprudenciális felügyeletét ki kell egészíteni az úgynevezett makroprudenciális felügyelettel, amelynek feladata a pénzügyi rendszer egészének szintjén jelentkező sérülékenységek és egyensúlyhiányok azonosítása, szükség esetén – figyelembe véve a rendszer szereplői közötti interakciókat – a megfelelő beavatkozás. A válságot követően számos olyan kezdeményezés született, amely célul tűzte ki a fennálló pénzügyi szabályozási és felügyeleti struktúra újragondolását (lásd *Brunnermeier és szerzőtársai* [2009]). Ezzel párhuzamosan intenzív kutatási tevékenység is indult azzal a szándékkal, hogy ellássa a makroprudenciális felügyeletért felelős szerveket azokkal az analitikus eszközökkel, amelyek segíthetik a pénzügyi rendszer egészét érintő kockázatok azonosítását és nagyságának mérését.

A rendszerkockázatokat azonosítani képes analitikus eszközrendszer kialakításának előfeltétele egyrészt azoknak a gazdasági folyamatoknak a megértése, amelyek e kockázatok felépüléséhez vezethetnek, másrészt azoknak az eseményeknek az elemzése, amelyek végül a rendszerkockázatok materializálódásával, vagyis nagy reálgazdasági költségű pénzügyi válság bekövetkezésével járhatnak.

A rendszerszintű, azaz nagy reálgazdasági költségű pénzügyi válságokat gyakran pénzügyi egyensúlyhiányok felépülése előzi meg (*Borio és Lowe* [2002; 2004]), amelyek tipikusan tartósan kedvező gazdasági folyamatokkal jellemezhető időszakokban alakulnak ki. E periódusokban a fogyasztás és beruházás növekedése, illetve az ezek további növekedését finanszírozó hitelbővülés olyan egymást gerjesztő folyamatá válhat, amellyel párhuzamosan a kockázatok látens felépülése mehet végbe.⁴ E látszólag végtelen fogyasztás-beruházási és hitelnövekedési ciklusnak akár egy kismértékű pénzügyi sokk is véget vethet, amennyiben a kockázatok hirtelen átárazódása a pénzügyi rendszer számos szegmensét egyidejűleg érinti. Harmincnégy ország közel negyvenévi makropénzügyi adatait vizsgálva, *Borio és Lowe* [2002; 2004] azt találta, hogy **a tartós és eszközár-növekedéssel együtt járó hitelnövekedés** jelentősen növelheti a pénzügyi krízis bekövetkezésének valószínűségét. *Cardarelli és szerzőtársai* [2011] tizenhét fejlett gazdaság adatait elemezve pedig arra jutottak: egy pénzügyi válság reálgazdasági következményeinek súlyossága elsősorban annak a függvénye, hogy a válságot megelőzően a túlzott hitel- és ingatlanár-növekedés következtében a bankmérlegekben milyen mértékű feszültségek és egyensúlyhiányok alakulnak ki.

Rendszerszintű pénzügyi instabilitás kialakulhat még egzogén külső és/vagy belső sokkok hatására is, amennyiben e sokkok a pénzügyi rendszer szereplőit szimultán érintik (*De Bandt és szerzőtársai* [2009]). A magyar pénzügyi rendszer szempontjából negatív külső sokknak például a kedvezőtlen nemzetközi pénzügyi folyamatok által kiváltott svájcfrank-erősödés, míg kedvezőtlen belső sokknak az államháztartási problémák fokozódása miatti, rendkívüli takarékosági intézkedések bevezetése tekinthető. E sokkok kedvezőtlen pénzügyi stabilitási következménye a banki portfólióminőség-romlás jelentős felgyorsulása lehet, amennyiben pedig e sokkok egyszerre jelentkeznek (pl. a költségvetési konszolidáció miatt romló háztartási és vállalati pénzügyi, jövedelmi helyzet, illetve ezzel egyidejűleg a

4 E periódusokat általában a bankok hitelezési feltételeinek jelentős lazítása jellemzi, ami gyakran azt eredményezi, hogy nagy számban jutnak banki forráshoz instabil jövedelmi és pénzügyi helyzetű háztartások, illetve vállalatok, vagyis a hitelezési szttenderdek lazításával párhuzamosan általában a banki portfólióminőség felhigulása is elkezdődik.

forintnak a svájci frankkal szembeni, főként nemzetközi folyamatok által indukált, jelentős gyengülése), úgy a portfólióromlás még számottevőbb méreteket ölthet. E folyamatok hatására a bankmérlegekben felhalmozódott feszültségek (pl. a magyar bankok jelentős devizaalapú hitelporfóliója) és az egyensúlyhiányok mértékétől függően számos pénzügyi piacok összeomlása léphet fel, rosszabb esetben pedig akár egy vagy több bank csődje is bekövetkezhet (elsőkörös hatások). Amennyiben a kedvezőtlen külső és/vagy belső sokkok eredményeként csődbe menő bank vagy bankok további szereplők csődjét, esetleg a pénzügyi piacok összeomlását is kiváltják, akkor fertőzésről beszélünk. Ha a fertőzés az említett mechanizmus mentén megy végbe, akkor másodkörös hatásnak tekintjük.

Fertőzés azonban az előbb leírt folyamattól függetlenül, endogén módon is kialakulhat. Ez leggyakrabban egy fontosabb, rendszerkockázati jelentőségű pénzügyi piacok csődje esetén következhet be, ami további bankok csődjével, illetve a pénzügyi piacok összeomlásával is járhat. Fontos hangsúlyozni, hogy ebben az esetben a fertőzés nem a rendszerkockázati jelentőségű pénzügyi működési környezetének fundamentális problémáiból, hanem a pénzügyi piacok nem megfelelő üzleti és működési modelljéből, illetve hibás menedzsmentdöntésekből ered. Ekkor a rendszerkockázati jelentőségű pénzügyi piacok csődje által kiváltott fertőzés és az ezzel együtt járó, esetleges pénzügyi és reálgazdasági összeomlás elsőkörös hatásnak tekinthető.

Noha az említett három mechanizmus (pénzügyi egyensúlyhiányok felépülése kedvező gazdasági körülmények közepette, fertőzés, kedvezőtlen külső és belső sokkok) egymástól függetlenül is végbemehet, leggyakrabban mégis egymást kölcsönösen felerősítve jelentkeznek.

A fentiekből következik, hogy a rendszerkockázatok azonosítását számos módszer egyidejű alkalmazása segítheti:

1. A pénzügyi egyensúlyhiányok felépülésével jellemezhető időszakok azonosítását az úgynevezett pénzügyi egyensúlyhiányt előrejelző („early warning”) rendszerek tárogathatják.
2. A bankközi és pénzügyi piaci fertőzési csatornák, valamint a pénzügyi rendszer legfontosabb szereplői és piacai a különféle fertőzési modellek segítségével azonosíthatók.
3. Végül a jegybankok által gyakran alkalmazott stressztesztek segítségével azonosíthatók azok a főbb reálgazdasági és pénzügyi kockázatok, amelyek veszélyeztethetik szűk értelemben a pénzügyi piacokat, tág értelemben a teljes pénzügyi rendszer stabilitását.

Nyilvánvalóan minél hosszabb a bankmérlegekben feszültséget okozó pénzügyi egyensúlyhiányok felépülésének az időszaka, minél integráltabb a pénzügyi rendszer és minél összetettebbek a pénzügyi piacokon forgalmazott termékek, annál nagyobb lehet a pénzügyi válságot kiváltó sokk(ok)nak a pénzügyi rendszerre és a reálgazdaságra gyakorolt, negatív hatása. A rendszerkockázatok azonosítására az előbbieken felsorolt módszereket („early warning” rendszerek, fertőzési modellek, stressztesztek) kiegészíti még egy esz-

5 Az, hogy a pénzügyi piac egy szereplőjének (általában banknak) a csődje járhat-e a pénzügyi rendszer összeomlásával, függ az adott pénzügyi szereplő pénzügyi rendszerben való integráltságának mértékétől, vagyis attól, hogy mennyire tekinthető rendszerkockázati szempontból fontosnak. A rendszerkockázati szempontból fontos szerep nem feltétlenül a pénzügyi intézmény méretétől, hanem egyéb tényezőktől, például a végzett tevékenység koncentrátságától és helyettesíthetőségétől is függhet (részletekről lásd BRUNNERMEIER és szerzőtársai [2009]).

köz: az úgynevezett pénzügyi stresszindikátorok, amelyek a pénzügyi rendszer **jelen idejű** stressz-szintjét mérik, szemben például a pénzügyi egyensúlyhiány-előrejelző rendszerekkel és stressztesztekkel, amelyek viszont **előrettekintő** információt hordoznak a rendszer-szintű folyamatok alakulásáról.

A fentiekben felsorolt, rendszerkockázat azonosítására alkalmazható, analitikus módszerek közül **a pénzügyi stresszindikátorok és fertőzési modellek elsősorban a válságmenedzselési, míg az „early warning” rendszerek és stressztesztek a válságmegelőzési funkciót támogatják**. E dolgozatban a magyar pénzügyi rendszerre fejlesztett, rendszerszintű pénzügyi stresszindexet (REPSI) mutatjuk be, amely a pénzügyi rendszer jelen idejű stressz-szintjének kvantitatív kifejezésével számos célra alkalmazható: például súlyos reálgazdasági következményekkel járó, rendszerkockázati jelentőségű pénzügyi stresszesemények azonosítására, nem szokványos gazdaságpolitikai intézkedések (pl. rendkívüli likviditásbővítő eszközök) bevezetése és visszavonása időzítésének meghatározására, illetve múltbeli pénzügyi stresszesemények relatív súlyosságának időbeli összehasonlítására.

Mit is értünk pénzügyi stressz alatt, illetve mikor tekinthető a pénzügyi stressz mértéke súlyosnak, rendszerkockázati jelentőségűnek? A pénzügyi stressz tág értelemben olyan helyzetet jelent, amikor a pénzügyi rendszer zavarai a pénzügyi termékek árát és forgalmát nem várt módon befolyásolják, ami akár rendszerkockázati jelentőségű pénzügyi intézmények csődjével, a pénzügyi rendszer forrásallokációs képességének teljes összeomlásával is járhat, súlyos reálgazdasági visszaesést okozva. A pénzügyi stressz mértéke elsősorban három dologtól függ: a pénzügyi rendszert érő sokk nagyságától, a pénzügyi rendszerben felhalmozódott feszültségek (például a bankok jelentős devizalapú hitelportfóliója) és egyensúlyhiányok mértékétől, valamint a pénzügyi stabilitási döntéshozóknak a pénzügyi sokkra adott reakciójától és az erre vonatkozó piaci várakozásoktól. A pénzügyi stressz mértéke egyértelműen súlyosnak nevezhető akkor, ha a pénzügyi rendszerben jelentős mértékű feszültségek és egyensúlyhiányok halmozódtak föl, a rendszert számottevő mértékű sokk éri, a piaci szereplők pedig nem számítanak a turbulenciát mérséklő, külső beavatkozásra. A másik szélsőséges eset pedig az, amikor a pénzügyi rendszert nem jellemzi egyensúlyhiány, a rendszert érő pénzügyi sokkok csak kismértékűek, valamint a pénzügyi rendszer szereplői piaci zavarok esetén számíthatnak a turbulenciát mérséklő, külső beavatkozásokra. A pénzügyi rendszer stressz-szintjét meghatározó három tényezőnek természetesen végtelen számú kombinációja előfordulhat. A pénzügyi rendszer egy látszólagos nyugalmi helyzetből is könnyen kerülhet a jelentős pénzügyi turbulencia állapotába, amennyiben a rendszerben felhalmozódó információs problémák (kontraszelekció, morális kockázat) és a pénzügyi rendszer jellemzői (pl. illikvid eszközök magas aránya, eszközök és források lejáratí összhangjának hiánya, számottevő tőkeáttétel, vagyis a felhalmozódott feszültségek) erőteljes, a pénzügyi- és reálszféra közötti egymást felerősítő visszacsatolási folyamatokat váltanak ki (*Trichet* [2011]).

Egy pénzügyi stresszindikátor tehát elsősorban a rendszer aktuális stressz-szintjét méri, arra vonatkozóan azonban nem ad iránymutatást, hogy a jelzett stressz-szintet mennyiben magyarázza (magyarázzák) a pénzügyi rendszert ért sokk(ok), a pénzügyi rendszerben felhalmozódott feszültségek nagysága, valamint a pénzügyi turbulenciát mérséklő beavatkozások és az ezekre vonatkozó piaci várakozások.

A pénzügyi rendszer magas stressz-szintje elsősorban a rendszer instabilitását jelzi, de ezen túl a monetáris politika transzmissziós mechanizmusát is gátolhatja. Ha a jegybanki alapkamat és a széles értelemben vett pénzügyi indikátorok (pl. pénzügyi kamatok, kamatfelárak, részvényárfolyamok stb.) közötti kapcsolat instabil, akkor ez egyrészt jelentős mértékben ronthatja a monetáris politika hatékonyságát, másrészt az alapkamat változásának az inflációra és növekedésre gyakorolt hatása nehezen előrejelezhető, vagyis a pénzügyi rendszer alacsony stressz-szintje a hatékony monetáris politikának is előfeltétele.

A tanulmányban bemutatott, rendszerszintű pénzügyi stresszindex a magyar pénzügyi rendszer legfontosabb szegmenseinek, vagyis a spot devizapiacnak, a devizaswappiacnak, az államkötvények másodpiacának, a fedezetlen bankközi forintpiacnak, a tőkepiacnak, valamint a bankrendszernek az együttes stressz-szintjét méri. Eredményeink szerint 2007 januárját követően a magyar pénzügyi rendszer stabilitása szempontjából egyértelműen rendszerkockázati jelentőséggel bír, tartós stresszesemények, a Lehman Brothers 2008. szeptemberi csődje, illetve annak a magyar pénzügyi rendszerre is továbbgyűrűző, globális következményei voltak tekinthetők. Az is megállapítható, hogy a 2011. július közepétől intenzívebbé váló, főként nemzetközi folyamatok által vezérelt pénzügyi turbulencia a rendelkezésre álló információk alapján a 2010. decemberi devizaswap-piaci zavaroknál súlyosabb, a Lehman-csőd idejében tapasztalt zavaroknál enyhébb volt ugyan, de magában hordozta a rendszerkockázati jelleget. Végül eredményeink szerint a pénzügyi rendszer stressz-szintjét a vizsgált időszakban (2007. január 2.–2013. május 14.) főként a banki szegmens és a devizaswappiac zavarai mozgatták.

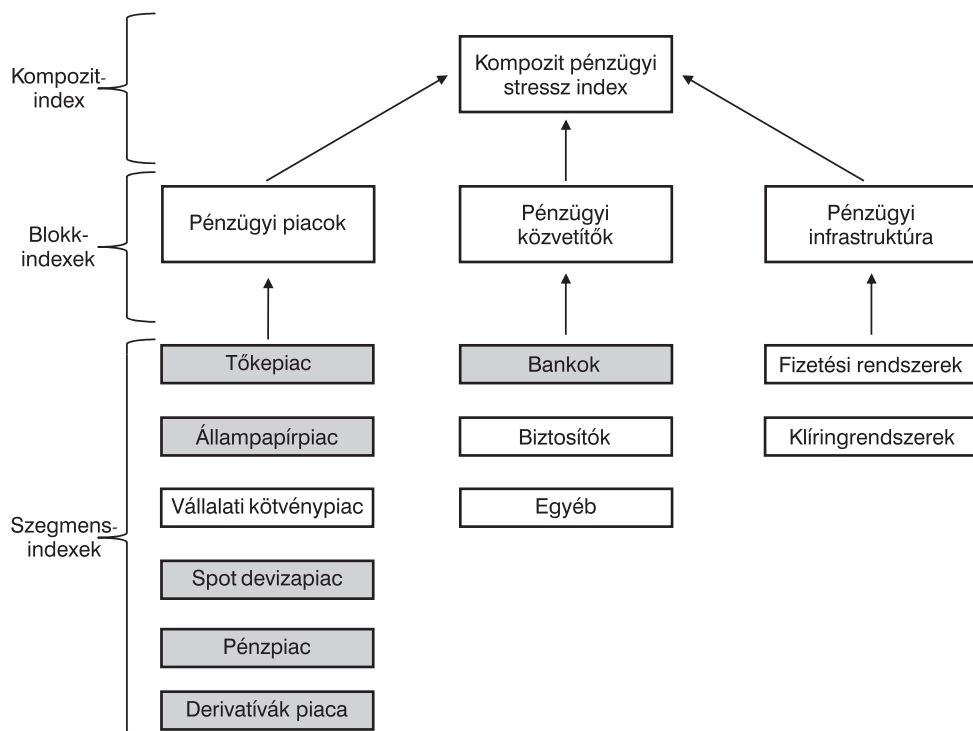
Fontos megemlíteni, hogy noha a pénzügyi stresszindexek a rendszerkockázati jelentőségű stresszesemények azonosításának hasznos eszközei lehetnek, a robusztus és előretekintő rendszerkockázati értékelés nem nélkülözheti a korábban már említett, egyéb analitikus eszközök (stressztesztetek, early warning rendszerek, fertőzési modellek stb.) párhuzamos használatát, illetve a szakértői értékelételet.

A tanulmány felépítése a következő: a második részben a pénzügyi stressz mérésének keretrendszerét ismertetjük, a harmadik fejezet a számítások eredményeit mutatja be, végül a negyedik rész összefoglalja a főbb megállapításokat.

2. A PÉNZÜGYI STRESSZ MÉRÉSÉNEK KERETRENDSZERE

A pénzügyi rendszerek stressz-szintjének mérésére számos jegybank (Kanada: *Illing és Liu* [2006], USA: *Hakkio és Keaton* [2009], EKB: *Holló, Kremer és Lo Duca* [2012], nemzetközi pénzügyi szervezet (IMF: *Caldarelli és szerzőtársai* [2009]) és befektetési bank használ pénzügyi stresszindexeket (lásd például *Hatzius és szerzőtársai* [2010] átfogó összehasonlító elemzését). Ezek az indikátorok azonban mind összetettségüket, mind pedig a pénzügyi rendszerre vonatkozó lefedettségüket tekintve különbözőek. Rendszerszintűnek azt a pénzügyi stresszindexek tekintjük, amely a pénzügyi rendszer különböző szegmenseinek együttes stressz-szintjét méri. A rendszerszintű index általános szerkezetéről az *1. ábra* ad áttekintést. Az alapszerkezet tulajdonképpen minden ország pénzügyi rendszerére azonos, különbséget a főbb blokkok megléte és összetétele jelenthet, ami viszont az egyes gazdaságok pénzügyi rendszerei fejlettségének függvénye.

A pénzügyi stressz mérésének keretrendszere



Forrás: Holló, Kremer és Lo Duca [2012] alapján. A szürkével jelölt téglalapok a magyar rendszerszintű pénzügyi stresszindex (REPSI) által lefedett szegmenseket jelölik.⁶

Az 1. ábrán bemutatott struktúra elsősorban azért hasznos, mert a rendszerszintű stressz mérésén túl lehetővé teszi annak a számszerűsítését, hogy az egyes szegmensek milyen mértékben járulnak hozzá a rendszerszintű stresszhez, vagyis azonosíthatók azok a szegmensek, amelyek a rendszer egészének stressz-szintjét mozgatják. Optimális esetben három eltérő aggregáltsági szintű pénzügyi stresszindex számítható. Az első szint az egyes szegmensek stresszindikátorait tartalmazza, amelyek a szegmensspecifikus kockázati tényezők (például pénzügyi termékek ár- és nem árjellegű információi) aggregálása révén állnak elő. A középső szint blokkindikátorai a szegmensindikátorok aggregálásával adódnak, míg végül a rendszerszintű pénzügyi stresszindex a második szint blokkindikátorait összegezve számítható.

A rendszerszintű indikátor számítása háromlépcsős. Az első lépést az egyes szegmensek úgynevezett „nyers” kockázati tényezőinek kiválasztása jelenti. E változókat körültekintően kell megválasztani, hiszen a jelzett stressz-szint az index változó összetételének függvényé-

6 Jövőbeli kutatási irány a REPSI kibővítése a pénzügyi infrastruktúra blokkal.

ben módosulhat. Mivel a pénzügyi stressz egy nehezen körülírható fogalom, a nemzetközi irodalom számos, a stressz különböző tüneteinek leírására alkalmas ár- és nem árjellegű pénzügyi változót ajánl. A változókiválasztás leggyakrabban kvalitatív módon, annak alapján történik, hogy az adott „nyers” kockázati faktor a pénzügyi stressz mely aspektusát ragadja meg.⁷ A legtöbb pénzügyi krízishez vezető stresszesemény közös jellemzője az eszközök értékével és a befektetők viselkedésével kapcsolatos bizonytalanság növekedése, a hitelezők és hitelfelvevők közötti információk aszimmetria emelkedése, vagyis a kontraszlelekció és morális kockázati problémák fokozódása, illetve a kockázatos, valamint illikvid eszközök birtoklásától való tartózkodás. E tulajdonságok jelenlétének intenzitásától függően csökkenhet a piaci likviditás⁸, növekedhet az eszközár-ingadozás, a nemteljesítési kockázat, tágulhatnak a kockázatos és kevésbé kockázatos eszközök közötti kockázati felárak, valamint az aktuális és várható pénzügyi veszteségek nagysága is emelkedhet. Természetesen a változó kiválasztásában elméleti megfontolásokon túl a tapasztalat és intuíció is szerepet játszhat, azonban a kvantitatív kritériumok sem nélkülözhetőek.

A rendszerszintű indikátor számításának második lépése a választott kockázati tényezők közös nevezőre hozása (transzformálása⁹), majd aggregálása szegmensindexszé. A szegmensindikátorokat a transzformált szegmensspecifikus változók számtani átlagaként határoztuk meg. Végül a rendszerszintű index számításának harmadik lépését a második lépésben meghatározott szegmensindexek rendszerszintű indikátorra történő aggregálása jelenti. Amint azt a bevezetőben már röviden említettük, egy stresszindexszel szemben követelmény, hogy képes legyen a rendszerkockázati jelentőségű, vagyis azon események azonosítására, amelyek bekövetkezése a pénzügyi rendszer egészére hatással van, és számottevő növekedési áldozattal járhat. Ha a szegmensindikátorok rendszerszintű indexszé aggregálása során a stressz rendszerkockázati jellegét figyelmen kívül hagyjuk, akkor ez a kevésbé turbulens periódusok stressz-szintjének felülbecslését eredményezheti. A másik tényező, amely a rendszer egészének stressz-szintjét befolyásolhatja és a rendszerszintű indikátor számítása során figyelembe kell venni, az az egyes szegmensek reálgazdasági jelentősége. Nyilvánvaló, hogy ha a pénzügyi rendszer egy relatíve fontosabb szegmensének stressz-szintje emelkedik, akkor a rendszer egészének stressz-szintje jobban nőhet ahhoz képest, mint ha egy relatíve kevésbé fontos szegmens stressz-szintje emelkedne azonos mértékben.

A rendszerszintű pénzügyi stresszindex megragadja a rendszerkockázatot e két aspektusát (a részletekről lásd Holló, Kremer és Lo Duca [2012]), vagyis azt, hogy a pénzügyi instabi-

7 Természetesen a változó kiválasztásának a legnagyobb korlátját a megfelelő nagy frekvenciájú pénzügyi adatok hiánya jelentheti.

8 Piaci likviditás alatt a különféle pénzügyi eszközök értékesíthetőségét értjük, ami nem jár sem jelentős eszközár-elmozdulással, sem pedig az eszköz értékének számottevő csökkenésével. A piaci likviditás megkülönböztetendő az úgynevezett funding likviditástól, mely DREHMANN és NIKOLAOU [2009] szerint a kötelezettségek esedékességkori teljesítésének a képessége. E definíció alapján egy bank illikvid, ha kötelezettségeit esedékességük időpontjában nem tudja teljesíteni, vagyis a funding likviditási kockázatot annak a lehetősége mozgatja, hogy a bank egy előre meghatározott időhorizonton fizetési kötelezettségeinek eleget tud-e tenni vagy sem.

9 Mivel egy stresszindex múltbeli értékeinek változatlanlansága, vagyis a múltban jelzett stresszszint stabilitása a stresszindikátorral szembeni fontos követelmény, ezért a változótranszformáció során alkalmazott normalizálási módszernek az új információ megérkezésére robusztusnak kell lennie. A percentilis alapú transzformálás eleget tesz e feltételnek, így a rendszerszintű pénzügyi stresszindex létrehozásakor ezt a módszert követtük.

litás széleskörű, a pénzügyi rendszer egyszerre több szegmensére is kiterjed, illetve jelentős reálgazdasági költsége lehet. Az első aspektus a szegmensindexek közötti időben változó korrelációk figyelembe vételével számszerűsíthető (sztenderd portfólióelméleti megközelítés; a szegmens stresszindikátorokat úgy aggregáljuk rendszerszintű stresszindexszé, ahogy egy portfóliót alkotó egyedi eszközök kockázataiból számítunk portfóliószintű kockázatot). Az aggregációs séma második, rendszerkockázatot megragadó eleme, hogy a hat szegmens stresszindikátorhoz az egyes szegmensnek relatív reálgazdasági jelentősége alapján rendelünk szegmenssúlyokat (portfóliósúlyok).

Ezen aggregációs módszer arra az empirikusan megfigyelhető jelenségre épül, amely szerint jelentős pénzügyi turbulenciával jellemezhető periódusokban a különféle pénzügyi piacok kockázatai szorosan együtt mozognak, a kockázatdiverzifikációs lehetőségek beszűkülnek. Ez a kockázatok és ezzel együtt a pénzügyi rendszer stressz-szintjének további növekedését is generálhatja, ami akár a pénzügyi rendszer összeomlásával is járhat. Vagyis **a különféle pénzügyi piacok kockázatainak erős pozitív irányú együttmozgása és e folyamatok tartóssága rendszerkockázati jelentőséggel bíró pénzügyi stressz jelenléte utalhat**. Ha a pénzügyi turbulencia mértéke nem számottevő, akkor a pénzügyi rendszer egyes szegmenseinek stressz-szintjeit kifejező indikátorok nem mozognak szorosan és tartósan együtt, vagyis a turbulenciát kiváltó esemény nagy valószínűséggel nem rendszerkockázati jelentőségű. A rendszerszintű pénzügyi stresszindikátor által jelzett stressz-szint tehát akkor tekinthető rendszerkockázati szempontból jelentősnek, ha az alábbi két feltétel egyszerre teljesül:

- a pénzügyi rendszer szegmenseinek stressz-szintjét kifejező indikátorok értéke tartósan magas;
- a szegmens stresszindikátorok közötti korreláció erős és pozitív irányú.

Fontos megemlíteni, hogy a pénzügyi stresszindex jelzéseit a pénzügyi rendszer stabilizálása érdekében meghozott különféle hatósági intézkedések (pl. jegybanki, kormányzati beavatkozások), valamint az ezekre vonatkozó piaci várakozások is befolyásolhatják. Mivel a pénzügyi stresszindikátort alkotó valós idejű pénzügyi ár- és nem árjellegű változók az előbb említett információt magukban hordozzák, ezért egy pénzügyi stresszindex nem alkalmas eszköz annak eldöntésére, hogy hatósági beavatkozások nélkül milyen mértékű lett volna a pénzügyi rendszer stressz-szintje.

2.1. A magyar rendszerszintű pénzügyi stresszindex (REPSI) számítása

A magyar rendszerszintű pénzügyi stresszindex (REPSI) bizonyos adatok hiánya miatt a pénzügyi rendszernek az 1. ábrán bemutatott, teljes körű lefedettségét nem tudja biztosítani, így jelenleg a spot devizapiac, a devizaswappiac, az államkötvények másodpiaca, a bankközi fedezetlen forintpiac, a tőkepiac, valamint a banki szegmens együttes stressz-szintjét méri. A szegmensspecifikus változók körét kvalitatív kritériumok (az adott változó a pénzügyi stressz mely aspektusát ragadja meg), valamint kvantitatív módszer¹⁰ segítségével határoztuk meg Ezek alapján a hat szegmens változó-összetétele az alábbi:

10 A kvantitatív változó kiválasztásának a leírása megtalálható a módszertani függelékben.

Spot devizapiac:

- megüthető árjegyzésekből számolt napi átlagos bid-ask szpred (forint/euró spot devizapiac)
- 1 hónapos euró/svájci frank implikált volatilitás

Államkötvények másodpiaca:

- magyar államkötvények CEBI (Central European Bond Indices¹¹) bid-ask szpred indexe
- napi forgalom/napi ügyletkötések száma
- 5 éves magyar országhozzáértékelési (CDS) felár

Bankközi fedezetlen forintpiac:

- indikatív árjegyzésekből számolt napi átlagos bid-ask szpred
- átlagos egy napos kamat változása/napi forgalom

Devizaswappiac:

- ügyletkötések implikált hozamaiból becsült napi átlagos bid-ask szpred (forint/dollár devizaswappiac¹²)
- átlagos egy napos implikált hozam napi változása/napi forgalom (forint/dollár devizaswap-piac)

Tőkepiac:

- BUX index felhasználásával számított CMAX¹³
- BUMIX index¹⁴ felhasználásával számított CMAX
- Kötvény-részvény piaci korreláció: BUX index és a 10 éves német államkötvényindex közötti időben változó korreláció¹⁵

11 A CEBI-indexek közép-európai országok (Csehország, Lengyelország, Magyarország és Szlovákia) saját devizában denominált állampapírjaiból állnak, és helyi piacokon forgalmazzák azokat. Az indexeket a Dresdner Kleinwort Wasserstein (DrKW) londoni székhelyű befektetési bank kalkulálja és teszi közzé.

12 Mivel a devizaswap-piaci forgalom jelentős részét, hozzávetőlegesen 95 százalékát (lásd Csávás és szerzőtársai [2006]) a forint-dollár relációjú ügyletek adják, ezért a devizaswap-piaci szegmens változó-összetételének meghatározása során e swappiac ár- és mennyiségi információiból indultunk ki.

13 A CMAX egy adott változó t időpontbeli értékét hasonlítja a változó meghatározott időszakra vonatkozó

maximumához a következő formula alapján: $CMAX_t = 1 - \frac{z_t}{\max [z \in (z_{t-j} | j = 0, 1, \dots, T)]}$, ahol z a változót, T pe-

dig a mozgóablak rögzített nagyságát jelöli. A CMAX számítása során 90 napos mozgóablakot használtunk.

14 A BUMIX index a Budapesti Értéktőzsde közepes és kis kapitalizációjú részvényeinek indexe. Számítása mögött az a törekvés húzódik meg, hogy a kisebb, de jelentős vállalatok szegmensének áralakulását is követhessék a befektetők.

15 Ez a számított változó az úgynevezett „flight to quality”, vagyis menekülés a biztonságos eszközökbe hatást próbálja megragadni. Ez azt jelenti, hogy jelentős pénzügyi turbulenciával jellemezhető időszakokban a befektetők tartózkodnak a kockázatosabbnak tekintett eszközök (pl. részvények) birtoklásától, és a biztonságosabbnak gondolt eszközöket (pl. állampapírokat) részesítik előnyben, ennek következtében az előbbiek ára csökken, az utóbbiaké pedig emelkedik, vagyis e jelenség esetén a kétfajta eszköz ármozgása közötti korreláció negatív. Minél inkább negatív e korreláció, annál erősebb a „flight to quality” hatás.

Banki szegmens:

- „A” bank csődvalószínűsége¹⁶
- „B” bank csődtávolsága
- Datastream magyar pénzügyi vállalati idexéből képzett CMAX

Az egyes szegmensekhez tartozó transzformált változók számtani átlagát véve adódnak a szegmensek stressz-szintjét kifejező stresszindikátorok. A mért stressz-szint az alkalmazott percentilis-transzformáció miatt a $[0,1]$ intervallumban mozog, a stresszindex magas értékei nagyobb, kisebb értékei pedig alacsonyabb stresszt jeleznek. A szegmensindexek aggregálásához használt, időben változó korrelációkat az exponenciális mozgóátlag módszerét (EWMA) alkalmazva (lásd például *Resti és Sironi [2007]*) számszerűsítettük. A szegmensek időben állandó relatív súlyát a makrogazdaságra gyakorolt hatásuknak megfelelően határoztuk meg, amit redukált formájú makromodellek (vektor autoregresszív modellek) segítségével számszerűsítettünk.¹⁷ Mindezek alapján a rendszerszintű pénzügyi stresszindikátor (REPSI) az alábbiak szerint számítható:

$REPSI_t = (x_t \circ s) \cdot C_t \cdot (x_t \circ s)$, ahol x_t a hat szegmensindex értékeit tartalmazó sorvektort, s az egyes szegmensek időben állandó relatív súlyát¹⁸, C_t pedig a hat szegmensindex közötti korrelációs mátrixot jelöli a t dik időpontban. A \circ jel pedig az x és s vektorok elemenkénti szorzatát jelöli.

3. EREDMÉNYEK

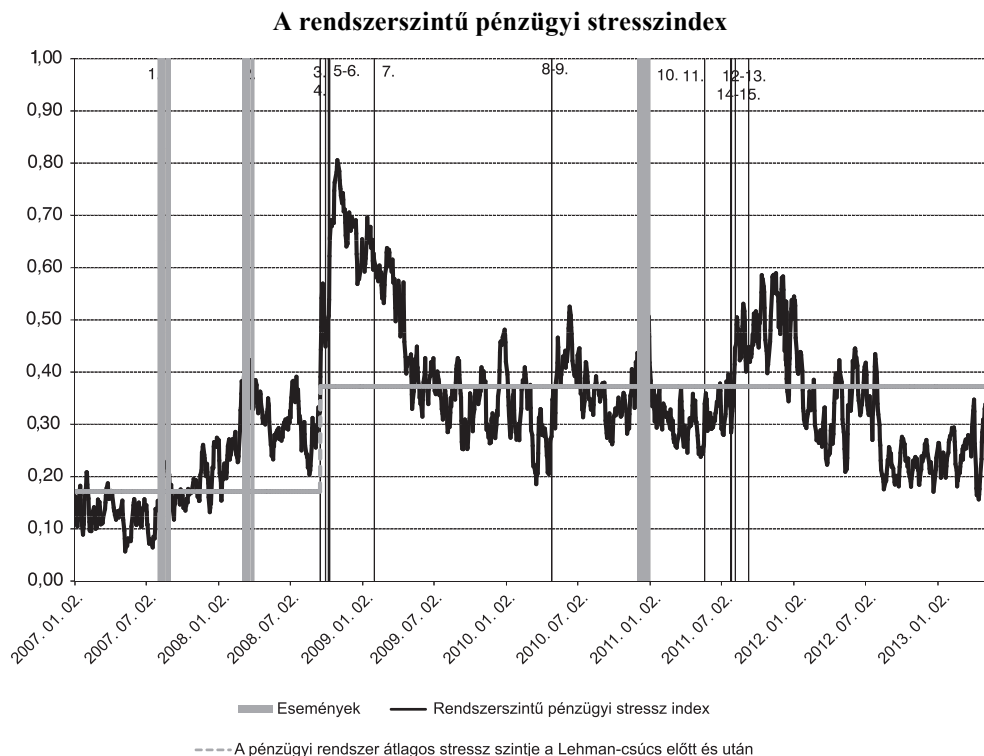
A 2. és 3. ábrán az előző részben leírt módon számított rendszerszintű pénzügyi stresszindex és az elmúlt hat év ismert stresszeseményei (2. ábra), valamint az egyes szegmenseknek a rendszerszintű stressz-szinthez való hozzájárulása látható (3. ábra).

16 A bankok csődvalószínűségét, illetve csődtávolságát e két pénzintézet tőzsdei és mérleginformációit felhasználva, MERTON (1974) vállalati csődmodelljének segítségével számszerűsítettük.

17 A relatív szegmenssúlyok kiszámításának rövid leírása megtalálható a módszertani függelékben.

18 Természetesen a szegmenssúlyok is lehetnek időben változóak. Az időben változó szegmenssúlyok alkalmazásának relevanciáját pedig az adja, hogy a pénzügyi rendszer különböző szegmenseinek reálgazdasági jelentősége időben változhat, vagyis meghatározott időszakonként az időben állandó szegmenssúlyok felülvizsgálata is indokolt lehet.

2. ábra



A 2. ábrán az alábbi ismert hazai és nemzetközi pénzügyi stresszeseményeket jelöltük időrendi sorrendben.

1. **2007. augusztus:** másodrendű jelzáloghitel-piaci válság kitérőse (Egyesült Államok).
2. **2008. március:** turbulencia a magyar állampapírpiacon.
3. **2008 szeptember 15.:** Lehman Brothers csődje (Egyesült Államok).
4. **2008. szeptember 16.:** az Egyesült Államok egyik legnagyobb biztosítóját (AIG) a „subprime” értékpapírokon elszenvedett jelentős veszteségek miatt a Moody’s és Standard and Poor’s leminősíti, ami jelentősen felerősíti a vállalat csődjével kapcsolatos piaci félelmeket (Egyesült Államok).
5. **2008. szeptember 29.:** a rendkívüli gazdaságstabilizációs programról szóló, toxikus értékpapírok megvásárlását célzó, az USA pénzügyminisztere és a Fed elnöke által előterjesztett 700 Mrd dolláros javaslatot az Egyesült Államok szenátusa leszavazza (Egyesült Államok).
6. **2008. október 6–10.:** 75 éve a legrosszabb időszak a tőzsdék történetében. A Dow Jones 22,1 százalékos veszteséget könyvelhetett el, a heti mélypont 40,3 százalékos veszteség volt. Az S&P 500 index¹⁹ pedig 1933 óta a legnagyobb, 18,2 százalékos veszteséget volt kénytelen elszenvedni.

19 Az S&P 500 index az 500 legnagyobb egyesült államokbeli vállalat részvényeiből számított index.

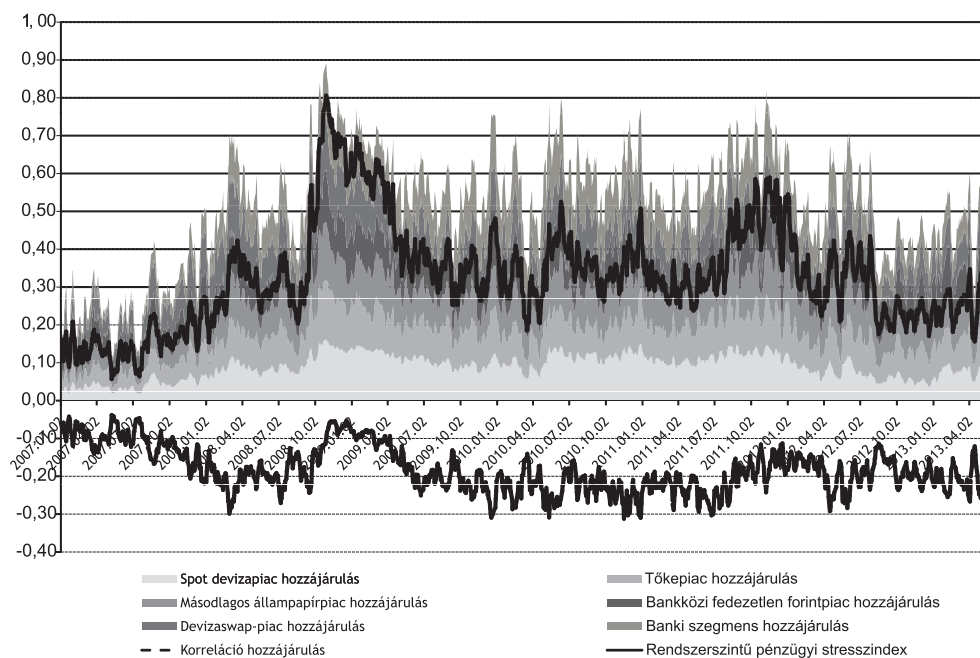
7. **2009. január 30.:** spot devizapiaci turbulencia kezdete (EUR/HUF árfolyam áttöri a 290-es szintet, 2009. március 6-án pedig eléri a 316 EUR/HUF szintet – Magyarország)
8. **2010. április 27:** Görögország leminősítése bővli (junk bond) kategóriába (Standard and Poor's: BBB+ → BB+ negatív kilátásokkal), eurózóna adósságproblémáinak kezdete.
9. **2010. április 27.:** Portugália leminősítése (Standard and Poor's: A+ → A-).
10. **2010. december:** év végi zavarok a devizaswap-piacon (Magyarország).
11. **2011. május 21.:** a Standard and Poor's kilátásba helyezi Olaszország leminősítését.
12. **2011. július 25.:** a Standard and Poor's fokozott figyelemmel kíséri az Egyesült Államokbeli államadósság-folyamatokat.
13. **2011. július 25.:** a CHF/HUF árfolyam átlépi a 230-as szintet.
14. **2011. július 27.:** Görögország leminősítése a rendkívül spekulatív kategóriába (Standard and Poor's: CCC → CC).
15. **2011. augusztus 5.:** az Egyesült Államok leminősítése (Standard and Poor's: AAA → AA+).
16. **2011. szeptember 9.:** a devizaalapú hitelek rögzített árfolyamon való végtörlesztéséről szóló kormányzati terv bejelentése.

Az eseményeket vizsgálva elmondható, hogy az index ugyan minden ismert stresszesemény esetében a pénzügyi rendszer stressz-szintjének emelkedését jelezte, azonban számottevően mégis a Lehman-csőd idején és a 2009. eleji spot devizapiaci turbulencia időszakában növekedett. Noha az indikátor jelezte ugyan a magyar pénzügyi rendszer stressz-szintjének a másodrendű jelzáloghitel-piaci („subprime”) válság kitérőse miatti növekedését, a rendszer stressz-szintje azonban lényegesen elmaradt a Lehman-csőd időszakát követő, átlagos stressz-szinttől. Ez főként azzal magyarázható, hogy a magyar bankrendszer szereplőinek sem közvetlen, sem pedig a leánybankok tulajdonosain keresztüli közvetett „subprime” kitérőse nem volt. A válság globálissá válása, illetve ezzel párhuzamosan a globális kockázati étvég csökkenése az ország piaci forráshoz jutási lehetőségeit beszűkítette, a források árát megdrágította, s ezeket a folyamatokat a makrogazdasági fundamentumok romlása tovább erősítette. Az ország finanszírozhatóságával kapcsolatos aggodalmak átmenetileg már a 2008 első negyedévében tapasztalt állampapír-piaci zavarokban felszínre kerültek. A világgazdasági recesszió Lehman-csődöt követő elmélyülése, valamint a természetes fedezettel nem rendelkező devizahitelek fizetőképességével és a bankrendszer stabilitásával kapcsolatos bizonytalanság pedig még tovább növelte a gazdaság finanszírozhatóságával kapcsolatos félelmeket, ennek következtében a rendszerszintű stresszindex ugrásszerűen historikus csúcsára nőtt. A Nemzetközi Valutaalappal 2008. október végén kötött hitelkeret-megállapodás hatására a Lehman-csődöt követő csúcsról folyamatosan csökkent ugyan a magyar pénzügyi rendszer stressz-szintje, de a Lehman-csődöt megelőző időszakhoz viszonyítva egy átlagosan magasabb stresszszint körül ingadozott. 2011. július közepétől kezdődően pedig főként az eurózóna egyes tagállamainak, illetve az Egyesült Államok adósságproblémáinak fokozódása miatt ismét meredek emelkedésnek indult. A magyar pénzügyi rendszer 2011. július közepét követő 2011. év végéig tartó stressz-szint-emelkedése elsősorban a kedvezőtlen nemzetközi folyamatok miatt kevésbé kockázatosnak tekintett eszközök iránti kereslet növekedésével magyarázható (menekülés a kockázatos

eszközökből), ami a svájci frank árfolyamának drámai erősödéséhez vezetett. A drasztikus frankerősödés hatására a magyar devizahitelek fizetőképességével és a bankrendszer likviditási- és szolvenciahelyzetével kapcsolatos aggodalmak számottevően nőttek, ami hozzájárult a pénzügyi rendszer stressz-szintjének jelentős növekedéséhez. A 3. ábra és az 1. táblázat az ismert stresszeseményekhez tartozó rendszerszintű stressz-szintek dekompozícióját mutatja, vagyis azt, hogy adott esemény bekövetkezésére a pénzügyi rendszer mely szegmense vagy szegmensei stressz-szintjének növekedése reagált a leginkább, mely szegmensek mozgatták a rendszer egészének stressz-szintjét.

3. ábra

A pénzügyi rendszer egyes szegmenseinek hozzájárulása a rendszerszintű stresszhez



Megjegyzés: A korreláció-hozzájárulás mértéke a rendszerkockázat egy önálló mérőszámának is tekinthető. Minél kisebb az egyes szegmensindexek közötti együttmozgás (minél kisebb a közöttük mért korreláció 1-nél), annál kevésbé tekinthető rendszerszintűnek az adott esemény. Amíg tehát a szegmensindexek közötti korreláció kisebb, mint 1, addig a korreláció hozzájárulása a rendszerszintű stresszindexhez negatív. Ha a rendszerszintű stresszindexet a szegmensindexek egyszerű számtani átlagaként képeznénk, akkor implicit módon a szegmensindexek közötti tökéletes korrelációt tételeznénk fel, ami kevésbé turbulens időszakokban a rendszerszintű kockázatok felülbecslését eredményezné. Ezt küszöböli ki a korrelációs súlyokkal képzett rendszerszintű stresszindex. A korrelációs súlyokkal és anélkül számított rendszerszintű stresszindikátorok két esetben esnek egybe vagy esnek közel egymáshoz: (1) ha az adott esemény rendszerkockázati jelentőséggel bír, azaz a szegmensközi kockázatok együttmozgása erős és pozitív irányú; (2) a szegmensközi kockázatok együttmozgása erős negatív irányú, a szegmensközi kockázatok tartósan és egyidejűleg csökkennek, a pénzügyi rendszer „nyugalmi”, alacsony kockázati szintű állapotába tart. A számított szegmensközi korrelációk nagysága mindkét esetben 1 vagy 1-hez közeli.

I. táblázat
Ismert pénzügyi stresszesemények, illetve az egyes szegmensek hozzájárulása a rendszerszintű stresszhez

Időpont	Esemény	Spot deviza- piac hozzá- járulás	FX- swappiac hozzá- járulás	Másodlagos állampapír- piac hozzá- járulás	Bankközi fedezetlen forintpiac hozzájárulás	Tőkepiac hozzá- járulás	Banki szegmens hozzájárulás
2007. 08.	Másodrendű jelzáloghitel-piaci válság kitörése (Egyesült Államok)	15,91%	29,06%	17,10%	11,94%	16,37%	9,62%
2008. 03.	Turbulencia a magyar állampapír- piacon	14,24%	17,44%	22,66%	9,12%	17,31%	19,23%
2008. 09. 15.	Lehman Brothers csődje (Egyesült Államok)	15,19%	27,89%	15,83%	10,93%	13,30%	16,85%
2008. 09. 16.	AIG biztosító leminősítése (Egyesült Államok)	15,19%	27,89%	15,83%	10,93%	13,30%	16,85%
2008. 09. 29.	Rendkívüli gazdaságstabilizáci- ós program leszavazása (Egyesült Államok)	12,54%	23,52%	13,21%	7,56%	10,28%	14,31%
2008. 10. 6–10.	A nemzetközi értékpapírpiacon 75 éve leg súlyosabb zuhanása	14,24%	23,96%	14,08%	8,05%	10,64%	15,93%
2009. 01. 30.	Spot devizapiaci turbulencia kez- dete (EUR/HUF árfolyam áttöri a 290-es szintet, 2009. március 6-án pedig eléri a 316 EUR/HUF szintet) (Magyarország)	18,27%	19,75%	15,74%	10,61%	13,08%	22,54%
2010. 04 27.	Görögország leminősítése bővli (junk bond) kategóriába (Stan- dard and Poor's: BBB+ → BB+ negatív kilátásokkal), eurózána adósságproblémáinak kezdete	17,95%	21,72%	19,09%	15,48%	7,79%	17,97%

Időpont	Esemény	Spot deviza- piac hozzá- járulás	FX- swappiac hozzá- járulás	Másodlagos állampapír- piac hozzá- járulás	Bankközi fedezetlen forintpiac hozzájárulás	Tőkepiac hozzá- járulás	Banki szegmens hozzájárulás
2010. 04. 27.	Portugália leminősítése (Standard and Poor's: A+ → A-)	17,95%	21,72%	19,09%	15,48%	7,79%	17,97%
2010. 12.	Zavarok az FX-swappiacon (Magyarország)	19,13%	27,31%	13,51%	11,78%	8,88%	19,38%
2011. 05. 21.	Standard and Poor's kiáltásba he- lyezte Olaszország leminősítését	19,31%	31,81%	13,59%	10,04%	12,35%	12,90%
2011. 07. 25.	Standard and Poor's fokozott figyelemmel kíséri az egyesült államokbeli államadósság-folya- matokat	19,69%	29,29%	10,54%	10,25%	14,85%	15,38%
2011. 07. 25.	CHF/HUF árfolyam átlépi a 230- as szintet	19,69%	29,29%	10,54%	10,25%	14,85%	15,38%
2011. 07. 27.	Görögország leminősítése a rendkívül spekulatív kategóriába (Standard and Poor's: CCC → CC)	19,32%	29,41%	10,69%	10,75%	14,65%	15,19%
2011. 08. 5.	Egyesült Államok leminősítése (Standard and Poor's: AAA → AA+)	17,99%	29,18%	13,89%	9,96%	14,42%	14,55%
2011. 09. 9.	Devizaalapú hitelek rögzített árfolyamon való végortlesztéséről szóló kormányzati terv bejelentése (Magyarország)	16,95%	17,93%	19,02%	9,06%	17,24%	19,86%

Megjegyzés: A táblázatban szürkével a rendszerszintű stressz alakulásáért elsődlegesen, illetve másod- és harmadlagosan felelős szegmenseket jelöltük (a szín erőssége az adott szegmens szerepének fontosságát fejezi ki a pénzügyi rendszer egésze stressz-szintjének alakításában az adott eseményhez kapcsolódóan). A stressz-hozzájárulásokat az esemény bekövetkezését követő szegmensspecifikus stressz-szintek 10 munkanapra számított átlagértékeit felhasználva számszerűsítettük. Azon eseményeknél, melyek pontos kezdőidőpontja nem azonosítható az adott havi szegmensspecifikus stressz-szintek átlagával számoltunk.

Az 1. táblázatból látható, hogy míg a másodrendű jelzáloghitel-piaci válság kitörésekor a magyar pénzügyi rendszer stressz-szintjének növekedését elsősorban a devizaswappiac stressz-szintjének emelkedése okozta, addig az állampapír-piaci zavarok időszakában a rendszerszintű stressz-szintet az államkötvények piacának stressz-szintjén túl a banki és a devizaswap-piaci szegmensek stressz-szintjének növekedése mozgatta. A Lehman Brothers csődjét követő időszakban pedig a rendszerszintű stressz-szint alakulásáért – amely ekkor érte el historikus maximumát – főként a devizaswappiac és a szegmensközi kockázatok erőteljes együttmozgása volt a felelős. Az egyes eurózónabeli országok és az Egyesült Államok adósságproblémáinak 2011. július közepétől kezdődő fokozódásától számítva pedig a magyar pénzügyi rendszer egészének stressz-szintjét a devizaswap- és spot devizapiacok, valamint a banki szegmens zavarai mozgatták. A dekompozíciós gyakorlat eredményei alapján elmondható, hogy a vizsgált időszak alatt (2007. január 2.–2013. május 14.) a pénzügyi rendszer stressz-szintjének alakulásáért főként a devizaswap és a banki szegmensek stressz-szintjének változása volt felelős.

3.1. A pénzügyi rendszer kritikus stressz-szintje

A döntéshozónak nem csupán a pénzügyi rendszer stressz-szintjének alakulását kell folyamatosan figyelemmel kísérnie, de azt is el kell döntenie, hogy mi az a stressz-szint, amelyik a pénzügyi rendszer stabilitása szempontjából már kritikusnak tekinthető, vagyis mekkora stressz-szinttől kezdve lehet szükség a turbulenciát mérséklő, a rendszerkockázatok materializálódását megakadályozó, rendkívüli válságmenedzselési intézkedésekre.²⁰ Kritikus stressz-szintnek azt nevezzük, amelyet ha a rendszerszintű stresszindex tartósan meghalad, akkor a rendszerkockázat materializálódásának valószínűsége jelentősen megemelkedik. Ez a pénzügyi rendszer szegmenseinek stressz-szintjét kifejező indikátorok tartósan magas értéke és a köztük lévő erős, pozitív irányú korreláció esetén következhet be.

A kritikus stressz-szintet Alessi és Detken [2009] jelentős reálgazdasági hatással járó eszközáruborékok azonosítására kifejlesztett módszerének ötletét felhasználva számszerűsítettük (1. *Módszertani függelék*). Alessi és Detken [2009] nyomán abból indulunk ki, hogy egy rendszerszintű pénzügyi stresszindikátor használatának téves jelzések esetén költségei vannak, a kérdés pedig az, hogy e költségek hogyan viszonyulnak az indikátor hiányából származó költségekhez (költség alatt most az egyszerűség kedvéért a rendszerkockázat materializálódásából eredő reálgazdasági költségeket értjük). Amennyiben a döntéshozó a rendszerszintű stresszindex segítségével nagyobb hatékonysággal képes azonosítani a rendszerkockázati jelentőségű stresszeseményeket, mint múltbeli tapasztalataira és intuícióira támaszkodva, akkor van létjogosultsága az indikátornak, és az indikátor hiányából adódó hibás döntések költségei számottevően mérsékelhetők.

A rendszerszintű stresszindex használata során a döntéshozó kétféle téves jellel szembeüthet:

²⁰ Az olyan jelen idejű stresszindexek, mint a REPSI, jellegüknél fogva elsősorban a *válságmenedzselési* fázisban támogatják a döntéshozatalt. A *válságmegelőzési* (makro- vagy mikroprudenciális) funkció támogatására inkább az előretekintő elemzési eszközök (stressztesztek, early warning indikátorok) alkalmasak.

- REPSI tartósan a kritikus stressz-szint alatt van, de a krízisesemény mégis bekövetkezik (elsőfajú hiba);
- REPSI tartósan a kritikus stressz-szint felett van, de a krízisesemény nem következik be (másodfajú hiba).

Kézenfekvőnek tűnik, hogy egy pénzügyi stabilitási döntéshozó számára az elsőfajú hiba elkövetése jelenti a fő problémát, vagyis amikor az adott esemény rendszerkockázati jelentőségű, de ezt az index nem jelzi, ami azzal jár, hogy a döntéshozó nem tudja a kellő időben meghozni azokat a szükséges intézkedéseket, amelyeknek a segítségével megakadályozható lenne a rendszerkockázat materializálódása. A másodfajú hiba elkövetése pedig olyan intézkedések bevezetésével járhat, amelyekre valójában nincs szükség: a pénzügyi zavar nem olyan mértékű, amely rendkívüli hatósági beavatkozást igényelne. Az elsőfajú hiba elkövetésének költségei feltehetően jóval magasabbak lehetnek a másodfajú hiba elkövetéséből eredő veszteségeknél. Ha pedig költségek alatt pusztán a rendszerkockázat materializálódásából eredő reálgazdasági költségeket értjük, akkor a másodfajú hiba elkövetésével járó költség nulla. E gondolatmenet alapján tehát egy tipikus döntéshozó számára, aki a nagy reálgazdasági költségű pénzügyi zavarok elkerülésében, illetve bekövetkezése esetén hatásainak mérséklésében érdekelt, az alacsony kritikus stresszküszöbszint tekinthető optimálisnak. Alacsony kritikus stresszküszöbszint esetén ugyan számottevően mérsékelhető az elsőfajú hiba elkövetésének az esélye, hiszen a rendszerszintű stresszindex jelzései gyakran kerülnek a kritikus stressz-szint fölé, azonban ezzel párhuzamosan a téves jelzések gyakorisága is (jelzés szinte mindig van, az esemény azonban mégsem következik be) jelentősen emelkedik, vagyis növekszik a másodfajú hiba elkövetésének valószínűsége. Ellenkező esetben, vagyis magas kritikus stresszküszöb esetén a rendszerszintű stresszindex értékei viszonylag ritkán haladják meg a kritikusnak tekintett stressz-szintet, tehát gyakrabban fordulhat elő, hogy az indikátor ugyan nem jelez, az esemény mégis bekövetkezik, ami növeli az elsőfajú hiba elkövetésének a valószínűségét; a másodfajúét pedig csökkenti, hiszen a téves jelzések száma mérséklődik.

Mіндеzek alapján tehát az első- és másodfajú hibák nagysága a kritikus stressz-szint változtatásával csak a másik rovására mérsékelhető, a kettő mértéke egyidejűleg nem csökkenthető. A döntéshozó szempontjából optimálisnak az a kritikus stresszküszöbszint tekinthető, amely a jegybankár kockázati preferenciaszintjének (első-, illetve másodfajú hiba elkövetéséhez társított relatív súlyának) a függvényében minimalizálja az első- és másodfajú hiba elkövetéséből származó veszteséget.²¹

Mivel a döntéshozó kockázati preferenciaszintjéről pontos információval nem rendelkezünk, ezért a kritikus stressz-szintet kétféle módon határoztuk meg. Az első esetben a kockázati preferenciaszintet semlegesre állítottuk be, ami azt jelenti, hogy a döntéshozó egyforma súlyt rendel az elsőfajú, illetve a másodfajú hiba elkövetéséhez (semleges kritikus stressz-szint). A számítások során jelzésnek azt tekintettük, amikor a REPSI értéke **a kritikus stresszküszöböt tartósan, legalább 20 munkanapon (1 hónapon)** át meghaladta, a jelzés által kiváltott eseménynek pedig a 2 százaléknál nagyobb és legalább 1 évig tartó reál GDP-visszaesést tekintettük, ami a szignált követő 1 éven belül jelentkezik (a számítás részletes leírása megtalálható a Módszertani függelékben).

²¹ Az említett veszteségfüggvény tartalmaz még egy korrekciós tényezőt, amely az index hiánya esetén a hibás döntésekből eredő veszteséget ragadja meg. Lásd a *II. módszertani függelék* (5) és (6) egyenleteit.

Egy másik megközelítésű kritikus küszöböt is kalkuláltunk (tapasztalati kritikus stressz-szint), amelyben felhasználtuk az MNB-nek a pénzügyi rendszer zavarainak mérséklése érdekében meghozott rendkívüli intézkedéseiből származó információt, lényegében azt, hogy a stresszmutató tipikusan milyen szintjeinél tett valamilyen operatív lépést a jegybank a piaci zavarok enyhítése céljából. Így a jegybank eddig megfigyelt viselkedése alapján konstruáltunk egy MNB-re jellemző, tapasztalati stresszküszöböt (a tapasztalati küszöbszint számításának részletes leírása szintén megtalálható a Módszertani függelékben).

A semleges kritikus stresszküszöbszint a becsléseink szerint 0,66-os REPSI-értéknél található, míg az MNB tapasztalati stresszküszöbe alacsonyabban, 0,55-ös REPSI-szintnél húzódik meg, ami jól jelzi, hogy a jegybanki döntéshozók diszpreferálják az elsőfajú hibát (stresszesemény elvétele a túl magasan meghúzott küszöb miatt) a másodfajú hibával (a túl alacsonyan meghúzott küszöb miatti téves stressz-szignállal) szemben. Mivel a vizsgált időszakban az MNB nemcsak bevetett rendkívüli eszközöket, hanem – kevésbé turbulens időszakokban – időnként néhányat vissza is vont, ezért a tapasztalati stresszküszöbszint meghatározásának a mintájára meghatározhattunk egy MNB-re jellemző „kilépési” küszöbszintet is, amely a REPSI 0,26-os szintjénél húzódik meg. A kilépési stressz-szint a rendkívüli intézkedések visszavonásának („exit” stratégiák) tervezését és időzítését támogathatja.

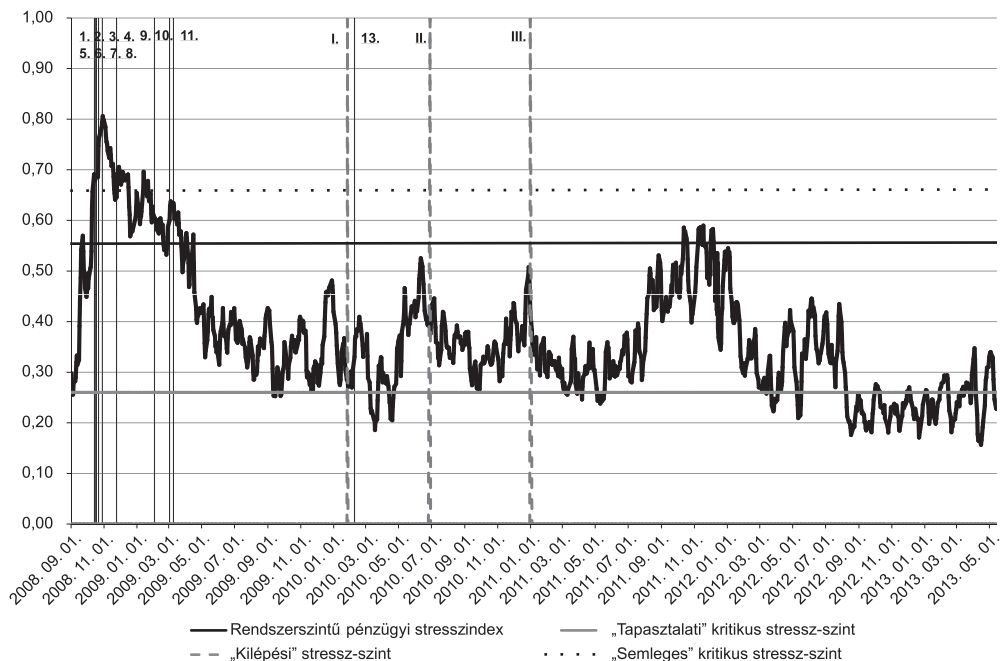
A pénzügyi stabilitási döntéshozók a különféle rendkívüli intézkedések visszavonásával kapcsolatos döntéseik során figyelembe veszik ezen eszközök kihasználtságának időbeli alakulását. Ha a különféle rendkívüli eszközök kihasználtsága tartósan alacsony, akkor ez azt jelezheti, hogy a piaci szereplők a pénzügyi turbulencia mértékét már nem érzik számottevőnek, a piaci forrásbevonás zökkenőmentesen biztosítható, vagyis a rendkívüli eszköz visszavonható. A kilépési stressz-szint tehát egyfajta indikátora lehet annak is, hogy mekkora az a pénzügyi stressz-szint, amely mellett a pénzügyi rendszer szereplői funkciójukat zökkenőmentesen tudják ellátni.

Fontos hangsúlyozni, hogy a fenti küszöbszintek becslése során számos egyszerűsítő feltételezést tettünk, többek között a különböző rendkívüli intézkedéseknek a pénzügyi turbulenciát mérséklő hatását azonosnak tekintettük. Továbbá azzal a hatással sem számoltunk, hogy két azonos vagy közel azonos, de különböző időpontban, a pénzügyi rendszer eltérő stressz-szintjei mellett bevezetett rendkívüli intézkedés turbulenciamérséklő hatásai eltérhetnek, illetve a döntéshozói preferenciák is változhatnak időben, így a becsült küszöbszintek egy adott helyzet értékelésében semmiképp nem tekintendők valamilyen abszolút mércének, inkább csak egy támpontnak a sok közül.

A kritikus stresszküszöbszinteket és a pénzügyi turbulencia hatásait mérséklő rendkívüli jegybanki intézkedéseket a 4. ábra mutatja.

4. ábra

**A pénzügyi rendszer kritikus stresszküszöbszintje
és a pénzügyi rendszer zavarainak mérséklése érdekében meghozott
rendkívüli jegybanki lépések**



Megjegyzés: A könnyebb áttekinthetőség érdekében a kritikus stresszküszöbszinteket, valamint a rendszer-szintű pénzügyi stresszindikátort 2008. szeptember 1-jétől ábrázoltuk. Az ábrán folytonos függőleges vonalakkal a pénzügyi rendszer zavarainak mérséklése érdekében meghozott rendkívüli intézkedéseket szerepeltettük, míg a függőleges szaggatott vonalak egyes rendkívüli intézkedések visszavonásának időpontjait jelölik. A folytonos vízszintes vonal a rendkívüli intézkedések figyelembe vételével számított, tapasztalati kritikus stresszküszöbszintet, az alsó szaggatott vízszintes vonal pedig a pénzügyi rendszer zavarainak mérséklése érdekében meghozott, korábbi rendkívüli intézkedések visszavonásához tartozó „kilépési” stressz-szintet mutatja.

Az elmúlt években az MNB a pénzügyi rendszer zavarainak mérséklése érdekében időrendi sorrendben az alábbi rendkívüli intézkedéseket hozta:²²

A rendkívüli intézkedések bevezetésének időpontjai

1. **2008. október 13.:** Kétoldali (euró- és forintlikviditást nyújtó) változó kamatú jegybanki O/N FX-swap gyorstenderek (devizalikviditási feszültségeket enyhítő intézkedés), **az intézkedés célszögmense: devizaswap-piac.**
2. **2008. október 16.:** 2008. október 16-ától visszavonásig új eurólikviditást nyújtó, egynapos futamidejű devizaswap rendelkezésre állás bevezetése (devizalikviditási feszültségeket enyhítő intézkedés), **az intézkedés célszögmense: banki szögmens, devizaswap-piac.**

²² Rendkívüli intézkedésnek tekintettük a jelentősebb devizapiaci intervenciókat is.

3. **2008. október 17.:** Változó kamatozású állampapír-vételi aukció meghirdetése (forintlikviditási feszültségeket enyhítő eszköz), **az intézkedés célszergmense: állam-papírpiac.**
4. **2008. október 21.:** Változó kamatozású, 6 hónapos fedezett hiteltender (forintlikviditási feszültségeket enyhítő eszköz), **az intézkedés célszergmense: banki szeg-mens.**
5. **2008. október 21.:** Fix kamatozású, kéthetes fedezett hiteltender (forintlikviditási feszültségeket enyhítő eszköz), **az intézkedés célszergmense: banki szegmens.**
6. **2008. október 22.:** Az egynapos jegybanki hitel és betét kamata által meghatározott kamatfolyosó az irányadó eszköz kamatszintje körüli ± 50 bázispontra történő mér-séklése (forintlikviditási feszültségeket enyhítő eszköz), **az intézkedés célszergmen-se: banki szegmens, bankközi fedezetlen forintpiac.**
7. **2008. október 22.:** Rendkívüli 300 bp-os kamatemelés, **az intézkedés célszergmen-se: spot devizapiac.**
8. **2008. október 28.:** A jegybanki hitelműveletek során elfogadható fedezetek körének kibővítése (forintlikviditási feszültségeket enyhítő eszköz), **az intézkedés célszerg-mense: banki szegmens.**
9. **2008. november 24.:** A kötelező tartalékráta csökkentése 5 százalékról 2 százalékra (forintlikviditási feszültségeket enyhítő eszköz), **az intézkedés célszergmense: ban-ki szegmens.**
10. **2009. február 2.:** Az MNB 2009. február 2-től visszavonásig új svájcifrank-likvidi-tást nyújtó, rögzített árú, egyhetes futamidejű EUR/CHF devizaswaptendert vezet be (devizalikviditási feszültségeket enyhítő intézkedés), **az intézkedés célszergmense: banki szegmens, devizaswappiac.**
11. **2009. március 2.:** Az MNB 2009. március 2-től a belföldi hitelintézetek számára 6 hónapos futamidejű eurólikviditást nyújtó EUR/HUF devizaswapeszközt vezet be a vállalati hitelezés és a bankok hosszabb távú külső forrásbevonásának élénkítése érdekében (devizalikviditási feszültségeket enyhítő intézkedés), **az intézkedés cél-szergmense: banki szegmens, devizaswap-piac.**
12. **2009. március 9.:** Az MNB 2009. március 9-étől visszavonásig új eurólikviditást nyújtó, 3 hónapos futamidejű EUR/HUF devizaswaptendert vezet be (devizalikvi-ditási feszültségeket enyhítő intézkedés), **az intézkedés célszergmense: banki szeg-mens, devizaswap-piac**
13. **2010. február 8.:** Az MNB a Monetáris Tanács döntése alapján jelzáloglevél-vásár-lási programot hirdet meg a hazai jelzáloglevél-piac hosszú távú fejlődése a piaci lik-viditás és transzparencia növelése érdekében (forintlikviditási feszültségeket enyhítő eszközök), **az intézkedés célszergmense: banki szegmens, bankközi forintpiac.**

A rendkívüli intézkedések visszavonásának időpontjai

- I. **2010. január 26.:** a 2009. február 2-án meghirdetett EUR/CHF devizaswaptender felfüggesztése.
- II. **2010. június 28.:** a 2009. március 2-án bevezetett 6 hónapos EUR/HUF deviza-swaptender visszavonása.
- III. **2010. december 31.:** a jelzáloglevél-vásárlási program lezárása.

A 4. ábrán látható, hogy a pénzügyi turbulencia intenzív szakaszában (a Lehman-csődöt követő kb. két-három hónapban) a jegybanki döntéshozók rövid időn belül a pénzügyi rendszer egyszerre több szegmensének (devizaswappiac, állampapírpia, spot devizapiac²³) zavarát mérséklő intézkedéseket hoztak (lásd a fentiekben felsorolt első három intézkedést). Az 1. táblázatban bemutatott dekompozíció eredményei szerint a Lehman-csőd időpontjában és az azt közvetlenül követő időszakban a jegybanki döntéshozók által meghozott rendkívüli intézkedések érintették a pénzügyi rendszer azon szegmenseit, amelyeknek a stresszszintemelkedése a legnagyobb volt. E turbulens időszakot követően azonban a rendkívüli intézkedések bevezetésének gyakorisága csökkent, a két rendkívüli intézkedés bevezetése között eltelt időszak pedig fokozatosan növekedett.

3.2. Példa a REPSI alkalmazására

Az 5. ábrán a rendszerszintű pénzügyi stresszindex, a pénzügyi rendszer szegmenseinek együttmozgását kifejező korreláció-hozzájárulás mértéke, valamint a pénzügyi rendszer kritikus stresszküszöbszintje látható. A 2. táblázatban pedig a rendszerszintű pénzügyi stresszindikátor, valamint részindikátorai és a korrelációs hozzájárulás viselkedése alapján három stresszeseményt hasonlítunk össze: a Lehman Brothers csődjét és az azt közvetlenül követő 30 napos időszakot, a 2010. év végi devizaswap-piaci feszültségeket és a 2011. július második felétől a perifériális európai országok és az Egyesült Államok adósságproblémái és leminősítése miatt turbulensebbé váló pénzügyi piaci folyamatokat.

5. ábra



Megjegyzés: Az ábrán a vizsgált stresszeseményeket jelöltük számokkal (Lehman Brothers csődje [1], 2010 év végi feszültségek a devizaswap-piacon [2], 2011. július második felétől kezdődő pénzügyi turbulencia [3]).

23 A spot devizapiaci turbulenciák mérséklése a bankrendszeri feszültségeket közvetlenül csökkenti.

Az 5. ábra és a 2. táblázat adatainak ismeretében azt biztosan kijelenthetjük, hogy a Lehman-csőd Magyarország szempontjából is rendszerkockázati jelentőségű pénzügyi stresszesemény volt²⁴; célunk annak vizsgálata, hogy a másik két említett esemény milyen aspektusok mentén hasonlított, illetve különbözött a Lehman-csőd és az azt közvetlenül követő időszak folyamataitól, illetve az utóbbiak magukban hordozták-e a rendszerkockázati jelleget. A 2. táblázatban az említett három eseményhez kapcsolódóan kiszámítottuk a rendszerszintű stresszindex, illetve részindikátorainak átlagos értékeit, illetve az átlagértékeknek a szegmensspecifikus historikus maximumoktól vett százalékos eltéréseit. A táblázat alapján megállapítható, hogy a 2010. decemberi devizaswap-piaci zavar nem volt rendszerkockázati jelentőséggel bíró pénzügyi stresszesemény. Egyrészt a szegmensek átlagos stressz-szintje az esemény bekövetkezését követő 30 napon (a devizaswap-piaci zavar kezdő időpontjának a számítások során 2010. december 1-jét tekintettük) átlagosan 70 százalékkal volt alacsonyabb a historikus maximumszinteknél, szemben a Lehman-csőd időszakában megfigyelhető 44 százalékos körüli átlagos eltéréssel, másrészt a szegmensindexek közötti korrelációk a Lehman-csőd periódusában közel 60 százalékkal haladták meg a devizaswap-piaci zavarok idején megfigyelt értékeket.²⁵ Az 5. ábráról továbbá az is leolvasható, hogy a devizaswap-piaci zavarok időszakában a rendszerszintű stresszindex értéke mindvégig a kritikusnak tekintett szint alatt ingadozott.

Az előbbi két esemény ismeretében felvetődik a kérdés: a magyar pénzügyi rendszer szempontjából rendszerkockázati jelentőségűnek tekinthető-e a 2011. július közepétől kezdődő pénzügyi turbulencia? A 2. táblázat adatai alapján az összes szegmens átlagos stressz-szintje az esemény bekövetkezését követő 30 napon átlagosan 59 százalékkal volt a historikus maximumszintek alatt, szemben a Lehman-csődöt követő időszakban megfigyelhető, átlag 44 százalékos és a devizaswap-piaci zavar idején tapasztalt 70 százalékos átlagos eltérésekkel. A 2011. július közepétől kezdődő folyamatok esetében a 2010. decemberi devizaswap-piaci zavar időszakához képest a legtöbb szegmens átlagos stressz-szintjének növekedése, továbbá a szegmensközi korrelációk emelkedése figyelhető meg (a korreláció-hozzájárulás mértéke közelebb esik nullához). Nem meglepő módon a pénzügyi rendszer

24 A rendszerszintű stresszindexet alkotó szegmens stresszindikátorok értékei tartósan magasak voltak, pozitív irányban együttmozogtak, aminek következtében a szegmensközi korrelációk tartósan megemelkedtek, a korreláció-hozzájárulás nulla közelébe került, a rendszerszintű stresszindex értékei pedig tartósan meghaladták a kritikus stressz-szintet, amit a rendszerkockázat materializálódása követett, vagyis jelentős recesszió vette kezdetét.

25 Ismételten fontos megjegyezni, hogy a rendszerkockázati index szegmensindikátorai közötti korrelációk erősségét a korreláció-hozzájárulás mértéke fejezi ki, mely a szegmensindexek időben változó korrelációs szerkezetét figyelembe vevő rendszerszintű stresszindex és a szegmensindikátorok számtani átlagolásával nyert rendszerszintű index különbsége. Mivel az utóbbi impliciten tökéletes szegmensközi korrelációkat tételez fel, ezért a szegmensközi korrelációkkal és anélkül számított rendszerszintű indexek rendszerkockázati jelentőséggel bíró pénzügyi stresszesemény bekövetkezésekor egybeesnek (a pénzügyi turbulencia a pénzügyi rendszer egyszerre több szegmensét tartósan érinti). A különböző eseményekhez tartozó korreláció-hozzájárulás értékekből képzett hányadosok segítségével összehasonlítható, hogy mekkora volt a szerepe a pénzügyi rendszer szegmensei együttmozgásának a rendszerszintű stresszszint alakításában. A gondolat a 2. táblázat számaival felhasználva egy egyszerű példa segítségével illusztrálható. A 2010. decemberi devizaswap-piaci zavarok időszakában a korreláció-hozzájárulás 30 napi átlagértéke $-0,249$, míg ugyanezen szám a Lehman-csőd időszakában $-0,156$ volt. Az első és második érték hányadosa $1,6$, ami azt jelenti, hogy a Lehman-csőd idején a szegmensközi korrelációk átlagosan ekkora mértékben (60 százalékkal) haladták meg a devizaswap-piaci zavarok időszakában megfigyelt értékeket.

szegmenseinek egyidejű stressz-szint növekedése, továbbá ennek eredményeként a szegmensindexek közötti korrelációk erősödése hatására a pénzügyi rendszer stressz-szintje a 2010. év végi devizaswap-piaci zavar időszakához viszonyítva jobban növekedett, és **átmenetileg** a tapasztalati kritikus szint fölé került.

A korrelációk erősségét vizsgálva elmondható, hogy a Lehman-csődöt követő 30 napban az átlagos korrelációs szint 37 százalékkal haladta meg a 2011. július második felétől kezdődő turbulencia idején megfigyelt értékeket, míg a 2010. decemberi devizaswap-piaci zavaroknál 60 százalékkal, vagyis a szegmensközi kockázatok együttmozgása a devizaswap-piaci turbulencia időszakában a 2011. július közepén kezdődő folyamatokhoz képest kevésbé volt jelentős. A rendszerszintű pénzügyi stresszindikátor jelzéseit hosszabb távon vizsgálva, a pénzügyi rendszer zavarainak fokozatos normalizálódása figyelhető meg: a rendszerszintű pénzügyi stresszindikátor (REPSI) visszatért a kritikus stressz-szint alá.

A magyar pénzügyi rendszer zavarainak normalizálódása főként a világ vezető jegybankjainak és az MNB-nek a pénzügyi turbulenciák mérséklése érdekében folyamatosan meghozott rendkívüli intézkedéseivel (pl. a svájci jegybank 2011. szeptember 6-i euró-frank keresztárfolyam-rögzítő lépése az 1,2-es szinten) és a pénzügyi zavarok csökkentése iránti elkötelezettségével magyarázható, aminek következtében csökkenésnek indult a rendszerszintű pénzügyi stresszindikátort alkotó szegmensek stressz-szintje, illetve átmenetileg megtört a szegmensspecifikus kockázatokot kifejező stresszindexek tartós és pozitív irányú együttmozgása, vagyis a korreláció-hozzájárulás mértéke a folyamatos növekedés után csökkenésnek indult.

Mindezek alapján megállapítható, hogy a 2011. július közepétől intenzívebbé váló, főként nemzetközi folyamatok által vezérelt pénzügyi turbulencia a rendelkezésre álló adatok ismeretében (2007. január 2.–2013. május 14.) a 2010. decemberi devizaswap-piaci zavaroknál súlyosabbnak, a Lehman-csőd idejében tapasztalt zavaroknál enyhébbnek volt tekinthető, de magában hordozta a rendszerkockázati jelleget.

**A rendszerszintű pénzügyi stresszindex és részindikátorainak
három ismert pénzügyi stresszeseményhez kapcsolódó, átlagos értékei**

	Átlagértékek az esemény bekövetkezését követő 30 napban (százalékos eltérés a historikus maximumtól)		
Időpont	2008 szeptember 15.	2010. december	2011. július 25.
Esemény	Lehman Brothers csődje (Egyesült Államok)	Zavarok az FX-swappiacon (Magyarország)	Standard and Poor's fokozott figyelemmel kíséri az egyesült államokbeli államadósság- folyamatokat
Spot devizapiac	0.281 (-36%)	0.085 (-82%)	0.264 (-40%)
Devizaswap-piac	0.340 (-30%)	0.356 (-26%)	0.378 (-22%)
Másodlagos állampapírpiac	0.284 (-35%)	0.073 (-83%)	0.101 (-74%)
Bankközi fedezetlen forintpiac	0.154 (-66%)	0.055 (-88%)	0.097 (-79%)
Tőkepiac	0.159 (-59%)	0.017 (-96%)	0.136 (-69%)
Banki szegmens	0.316 (-35%)	0.225 (-42%)	0.137 (-72%)
A hat szegmens stressz szintjének átlagos eltéré- se a historikus maxi- mumszintektől	44%	70%	59%
Korreláció hozzájárulás	-0,156	-0,249	-0,214
Rendszerszintű pénzügyi stressz index (REPSI)	0.587 (-27%)	0.393 (-51%)	0.432 (-46%)
REPSI folyamatosan a küszöbszint felett?	Igen	Nem	Nem

4. ÖSSZEFOGLALÁS ÉS KÖVETKEZTETÉSEK

E tanulmányban egy új monitoringeszközt, a magyar pénzügyi rendszerre fejlesztett rendszerszintű pénzügyi stresszindikátort, a REPSI-t mutattuk be. Az index a magyar pénzügyi rendszer legfontosabb szegmenseinek, vagyis a spot devizapiacnak, a devizaswappiacnak, az államkötvények másodpiacának, a bankközi fedezetlen forintpiacnak, a tőkepiacnak, valamint a bankrendszernek az együttes stressz-szintjét méri.

A rendszerszintű pénzügyi stresszindex számítása során a pénzügyi rendszer hat szegmensének stressz-szintjét kifejező stresszindikátorokat és e stresszindexek időben változó korrelációs szerkezetét figyelembe véve aggregáltuk rendszerszintű stresszindikátorrá, ami segítheti a rendszerkockázati jelentőséggel bíró események és időszakok azonosítását. Az aggregációs módszernek köszönhetően a rendszerszintű indikátor által jelzett stressz-szint a nagyobb pénzügyi turbulenciával jellemezhető időszakokban a szegmensspecifikus kockázatokat kifejező stresszindexek erős pozitív irányú, egyidejű együttmozgása miatt magasabb lesz a kevésbé turbulens időszakokkal jellemezhető periódusokhoz képest. Vagyis az index relatíve nagyobb súlyt rendel azon időszakokhoz, amikor a pénzügyi stressz egyszerűen több piacon is jelen van.

A rendszerszintű pénzügyi stresszindikátor jelzései alapján egy stresszesemény akkor bírhat rendszerkockázati jelentőséggel, ha a szegmens stresszindexek értékei tartósan magasak, a szegmensindexek közötti korreláció pedig erős pozitív.

Eredményeink szerint 2007 januárját követően a magyar pénzügyi rendszer stabilitása szempontjából egyértelműen rendszerkockázati jelentőséggel bíró, tartós stresszeseménynek a Lehman Brothers 2008. szeptemberi csődje és ennek globális következményei tekinthetők. Az is megállapítható, hogy a 2011. július közepétől intenzívebbé váló, főként nemzetközi folyamatok által vezérelt pénzügyi turbulencia a rendelkezésre álló információk alapján a 2010. év végi devizaswap-piaci zavaroknál súlyosabbnak, a Lehman-csőd idejében tapasztalt zavaroknál enyhébbnek tekinthető, de magában hordozta a rendszerkockázati jeleget. Végül eredményeink szerint a pénzügyi rendszer stressz-szintjét a vizsgált időszakban (2007. január 2.–2013. május 14.) főként a banki szegmens és a devizawapipiac zavarai mozgatták.

MÓDSZERTANI FÜGGELÉK

I. A kvantitatív változókiválasztás módszertanának leírása

Egy stresszindikátor számítása során az egyik legnagyobb kihívást az indikátort alkotó kockázati tényezők kiválasztása jelenti. A nemzetközi irodalom e kérdést illetően nem ad pontos elméleti iránymutatást, a változó kiválasztása leggyakrabban annak alapján történik, hogy az adott változó a pénzügyi stressz mely aspektusát ragadja meg. A következőkben bemutatjuk a kvantitatív változókiválasztás egy lehetséges módszerét. Fontos hangsúlyozni, hogy a változókiválasztás kvantitatív módszerétől függetlenül optimális változóösszetétel csak feltételesen a potenciális változóhalmazra tekintettel létezik, az optimális változókör a potenciális változóhalmaz összetételének függvényében módosulhat (szelekciós torzítás). A hat szegmens kvalitatív alapon meghatározott, „nyers” kockázati tényezői az alábbiak:

Spot devizapiac

- megüthető árjegyzésekből számolt napi átlagos bid-ask szpred (forint/euró spot devizapiac)
- napi árfolyamváltozás/napi forgalom (forint/euró spot devizapiac)
- napi forgalom/napi ügyletkötések száma (forint/euró spot devizapiac)
- 1 hónapos euró/svájci frank implikált volatilitás

Devizaswappiac

- ügyletkötések implikált hozamaiból becsült napi átlagos bid-ask szpred (forint/dollár devizaswap-piac)
- átlagos egynapos implikált hozam napi változása/napi forgalom (forint/dollár devizaswappiac)
- napi forgalom/napi ügyletkötések száma (forint/dollár devizaswappiac)
- napi ügyletkötések száma (forint/dollár devizaswappiac)

Államkötvények másodpiaca

- magyar államkötvények CEBI bid-ask szpred indexe
- magyar államkötvények CEBI indexének napi változása/napi forgalom
- napi forgalom/napi ügyletkötések száma
- 5-éves magyar ország-kockázati (CDS) felár

Bankközi fedezetlen forintpiac

- indikatív árjegyzésekből számolt napi átlagos bid-ask szpred
- átlagos egynapos kamat változása/napi forgalom
- napi forgalom/napi ügyletkötések száma
- napi ügyletkötések száma
- Tőkepiac
- BUX index realizált volatilitása
- BUX index felhasználásával számított CMAX²⁶
- BUMIX index felhasználásával számított CMAX
- Kötvény-részvénypiaci korreláció: BUX index és a 10 éves német államkötvényindex közötti időben változó korreláció

Banki szegmens

- „A” bank csődvalószínűsége
- „A” bank csődtávolsága
- „B” bank csődvalószínűsége
- „B” bank csődtávolsága
- Datastream magyar pénzügyi vállalati indexéből képzett CMAX
- Datastream magyar pénzügyi vállalati indexének realizált volatilitása
- Datastream magyar banki indexéből képzett CMAX
- Datastream magyar banki indexének realizált volatilitása

Az alkalmazott kvantitatív változókiválasztási módszer célja az előre kiválasztott változókörből egy olyan szűkebb változóhalmaz meghatározása, amely a legnagyobb információs tartalommal bír. A számítás lépései az alábbiak:

26 A CMAX egy adott változó t időpontbeli értékét hasonlítja a változó meghatározott időszakra vonatkozó maximumához a következő formula alapján: $CMAX_t = 1 - \frac{z_t}{\max[z \in (z_{t-j}/j = 0, 1, \dots, T)]}$, ahol z a változót, T

pedig a mozgóablak rögzített nagyságát jelöli. A CMAX számítása során 90 napos mozgóablakot használtunk.

Első lépés

Az összes lehetséges stresszindikátor kiszámítása, szegmensenként különböző számú és típusú kockázati tényezőt felhasználva a szegmens-specifikus változóhalmazból. Ha az i -edik szegmens ($i=1,2,\dots,6$) potenciális (kvalitatív módon kiválasztott) változóinak száma x_i , a szegmensspecifikus stresszindex pedig e változókörből tetszőlegesen kiválasztott k_i darab változót tartalmazhat ($k_i=1,2,3,\dots,x_i-1$), akkor a lehetséges stresszindikátorok száma az adott szegmensben a következők szerint számítható (ismétlés nélküli kombinációk összege):

$$z_i = \sum_{k_i=1}^{x_i-1} \frac{x_i!}{(x_i - k_i)!k_i!}, \quad (1)$$

ahol z_i az i -edik szegmens lehetséges szegmens stresszindikátorainak a száma. A szegmensindexeket a választott változók transzformálását követően e változók számtani átlagaként határozzuk meg.

Második lépés

Minden egyes időpontban kiszámítjuk az előző lépés során meghatározott z_i darab lehetséges szegmensspecifikus stresszindikátor mediánértékeit. Formálisan az i -edik szegmens medián stresszindikátora, S_t^i a t -edik időpontban ($t=1,2,\dots,v$) az alábbiak szerint számítható:

$$S_t^i = \text{median}\{s_{1,t}^i, s_{2,t}^i, s_{3,t}^i, \dots, s_{j-1,t}^i, s_{j,t}^i\}, \quad (2)$$

ahol $s_{j,t}^i$ jelöli az i -dik szegmens kvalitatív alapon kiválasztott változóhalmazából

számított j -edik $\left(j=1,\dots,\sum_{k_i=1}^{x_i-1} \frac{x_i!}{(x_i - k_i)!k_i!} \right)$ szegmensspecifikus stresszindex értékét a t -dik időpontban.

A szegmensspecifikus medián stresszindikátorok kiszámítását a mediánindexek által jelzett stressz-szintek stabilitása²⁷ indokolja (a jelzett stressz-szint időben stabil, a változóösszetételre nézve pedig invariáns). Empirikus eredmények bizonyítják, hogy minél nagyobb a szegmensspecifikus stresszindex információtartalma (minél több, a pénzügyi stressz különböző aspektusait lefedő változót tartalmaz), annál közelebb esik a medián stresszindikátorhoz, vagyis az azonos számú, de különböző típusú változókat tartalmazó stresszindexek által jelzett stressz-szintek szóródási terjedelme az indexeket alkotó változók szám növekedésével párhuzamosan csökken, az indikátorértékek a medián indexértékekhez konvergálnak. A szegmensspecifikus medián stresszindexek által jelzett stressz-szintek stabilitása (a jelzett stressz-szintek időbeli stabilitása és a változóösszetétel invarianciája) miatt ezek az indikátorok megfelelő szegmensspecifikus stresszindexeknek tekinthetők. Azonban a medián szegmens stresszindexek számítása, különösen a kvalitatív alapon kiválasztott változók nagy száma esetén, rendkívül számításigényes lehet, ami jelentősen megnehezítheti az indikátorok gyors újraszámítását. Ezért a cél az induló változóhalmazból szegmensenként annak a változókombinációnak a kiválasztása, amely változókból képzett szegmensspecifikus stresszindex a szegmensspecifikus medián indikátorhoz a legközelebb esik.

²⁷ Az index által jelzett stressz-szintek stabilitását az új információ megérkezésére a „nyers” kockázati tényezők percentilis alapú transzformációja biztosítja.

Harmadik lépés

A lehetséges szegmensspecifikus stresszindikátorok medián stresszindextől vett négyzetes eltéréseinek kiszámítása (sum of squared deviation, SSD) az i -edik szegmensben:

$$SSD_j^i = \sum_{t=1}^v (s_t^i - s_{j,t}^i)^2, \quad t = 1, 2, \dots, v; \quad j = 1, \dots, \sum_{k_i=1}^{x_i-1} \frac{x_i!}{(x_i - k_i)! k_i!}; \quad (3)$$

$$SSD^i = \min\{SSD_1^i, SSD_2^i, \dots, SSD_j^i\} \quad (4)$$

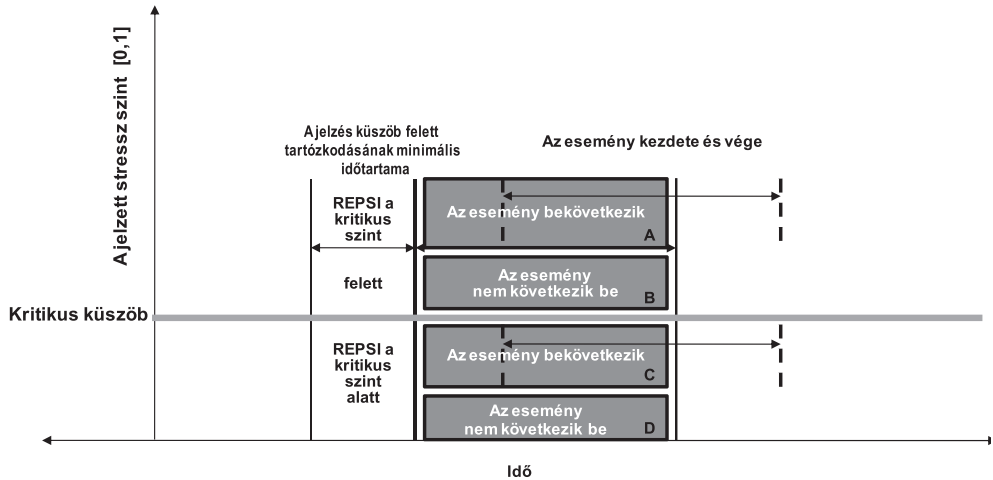
A szegmensspecifikus stresszindex optimális változószámát és változó-összetételét az adott szegmensben belüli minimális négyzetes eltérésösszeghez (SSD^i) tartozó változókombináció adja.

II. A kritikus stressz-szint meghatározásának elméleti háttere

A rendszerszintű pénzügyi stresszindikátor kritikus küszöbszintjét Alessi és Detken [2009] jelentős reálgazdasági hatással járó eszközárborékok azonosítására kifejlesztett módszerének ötletét felhasználva számszerűsítjük. A megközelítés grafikus illusztrációját mutatja a 6. ábra.

6. ábra

A szignálzási megközelítés grafikusán



Megjegyzés: A stresszindex értékei a [0,1] zárt intervallumban vehetnek fel értékeket a nyers kockázati tényezők percentilis alapú transzformációja miatt.

A módszer mögötti logika szerint, ha egy vizsgált mutató (esetünkben a rendszerszintű pénzügyi stresszindex) a kritikusnak tekintett küszöbszintet előre meghatározott hosszúsá-

gú időszakon keresztül meghaladja (referencia-szignálhossz²⁸), akkor a szignált követően nagy valószínűséggel bekövetkezik az esemény (esetünkben a rendszerkockázat materializálódása). A 6. ábrán három fontos időintervallumot jelöltünk: a referencia-szignálhosszt, a szignált követő referencia-időszakot („az esemény bekövetkezik” felirat a 6. ábrán), vagyis amikor az esemény bekövetkezését várjuk, valamint az esemény (reálgazdasági alkalmazkodás) kezdő- és végpontjai által meghatározott intervallumot („az esemény kezdete és vége” felirat a 6. ábrán).

Négy eset lehetséges:

1. A REPSI tartósan a kritikus stressz-szint felett van, és az esemény a szignált követő referencia-időszakon bekövetkezik (*A*).
2. A REPSI tartósan a kritikus stressz-szint felett van, de az esemény a szignált követő referencia-időszakon nem következik be (*B*).
3. A REPSI tartósan a kritikus stressz-szint alatt van, de az esemény bekövetkezik (*C*).
4. A REPSI tartósan a kritikus stressz-szint alatt van és az esemény sem következik be (*D*).

Például *A* azon hónapok, negyedévek stb. száma, amikor a szignál helyesnek bizonyult, míg *B* azoknak a hónapoknak, negyedéveknek a száma, amikor az indikátor hibás jelzést adott. A *C* és *D* esetek hasonló módon interpretálhatók. Az előbbieket alapján *C* az elsőfajú, *B* pedig a másodfajú hibát, e hibák arányait pedig $C/(A + C)$ [elvértett események aránya], illetve $B/(B + D)$ [téves jelzések aránya] adja meg. A döntéshozó az első- és másodfajú hibák nagyságának arányait illetően nem indifferens, célja az (5)-ben definiált veszteségfüggvény minimalizálása, amely az első- és másodfajú hibák arányainak, a döntéshozó preferenciáját (relatív kockázatkerülését) kifejező paraméterrel (θ) súlyozott átlaga.

$$L = \theta \cdot \frac{C}{A+C} + (1-\theta) \cdot \frac{B}{B+D} \quad (5)$$

A θ paraméter, a jegybankár relatív kockázatkerülésének mutatója azt méri, hogy a döntéshozó inkább az elévett események vagy inkább a téves jelzések arányát kívánja-e csökkenteni. Természetesen minél közelebb esik θ az 1-hez, a döntéshozó annál inkább az elsőfajú, és annál kevésbé a másodfajú hiba elkövetése miatti veszteség minimalizálásában érdekelt, vagyis nagyobb jelentőséget tulajdonít a hiányzó szignál miatt bekövetkező eseménynek, mint annak, ha van jelzés, de az esemény mégsem következik be. A veszteségfüggvény értéke közvetlenül a döntéshozó relatív kockázatkerülésének mértékétől, valamint az első- és másodfajú hibák arányaitól, az utóbbiak pedig a kritikusnak tekintett küszöbszinttől és a szignál tartósságára vonatkozó feltevésektől függenek. Számításaink során releváns szignálnak azt tekintjük, ha a rendszerszintű pénzügyi stresszindex értéke az indikátor saját eloszlásának adott percentiliséhez tartozó küszöbértékét legalább 1 hónapon (20 munkanapon) keresztül meghaladja. A szignál által kiváltott eseménynek pedig a 2 százaléknál nagyobb éves reál GDP-visszaesést tekintettük, amely legalább 1 évig tart, és a szignált követő 1 éven belül jelentkezik.

28 A referencia-szignálhossz azt a minimális időtartamot jelöli, amit a vizsgált kockázati mérőszámnak a kritikusnak tekintett szint fölött kell töltenie ahhoz, hogy jelzése relevánsnak legyen tekinthető. E referencia-időintervallum hosszának meghatározását nemzetközi válságtapasztalatok is segíthetik. A vizsgált kockázati mérőszám kritikusnak tekintett szignáljának teljes időtartama a referencia-szignálhossznál természetesen jóval hosszabb is lehet.

A rendszerszintű pénzügyi stresszindex hiánya tulajdonképpen ekvivalens azzal, mint ha a jegybankár döntései során a pénzügyi stresszindikátor kritikus stressz-szint feletti és alatti jelzéseit teljes egészében figyelmen kívül hagyná. A kritikus stresszküszöbszint feletti jelzések negligálásából ($A = B = 0$) adódó veszteség nagysága (5) alapján éppen θ -val vagyis a relatív kockázatkerülés mértékével egyezik meg. A kritikus stresszküszöbszint alatti jelzések figyelmen kívül hagyásából ($C = D = 0$) eredő veszteség nagysága pedig (5) szerint éppen $(1-\theta)$ -val egyenértékű. Mindezek alapján a rendszerszintű pénzügyi stresszindex a döntéshozó relatív kockázatkerülésének (θ) adott szintje mellett rendszerkockázati jelentőségű pénzügyi stresszesemény azonosítása szempontjából informatívnak akkor tekinthető, ha az (5) szerint számított veszteség nem haladja meg az indikátor jelzéseinek negligálásával kapott veszteségek minimumát (l. alább a (6) egyenletet), vagyis az index segítségével a rendszerkockázat nagyobb biztonsággal azonosítható annál, mintha a döntéshozó pusztán múltbéli tapasztalatára és intuícióira támaszkodna a különféle pénzügyi stresszesemények rendszerkockázati szempontú értékeléskor.

$$\min[\theta; 1-\theta] - \theta \cdot \frac{C}{A+C} - (1-\theta) \cdot \frac{B}{B+D} > 0 \quad (6)$$

Mivel a döntéshozó relatív kockázati preferenciájáról pontos információval nem rendelkezünk, ezért azt semlegesnek állítottuk be ($\theta = 0,5$; azaz a döntéshozó ugyanolyan súlyt rendel az elsőfajú és a másodfajú hiba elkövetéséhez).

Viselkedési információk felhasználása segítheti a döntéshozó relatív kockázatkerülése mértékének a becslését. Az MNB-nek az elmúlt években a pénzügyi rendszer zavarainak mérséklése érdekében meghozott rendkívüli intézkedései hasznos kiindulópontként szolgálhatnak. Mivel az intézkedések bevezetésének pontos időpontjai ismertek, ezért kiszámítható a pénzügyi rendszer azon kritikus stresszküszöbszintje, amely mellett a döntéshozók a pénzügyi rendszer zavarait mérséklő rendkívüli intézkedések bevezetéséről döntöttek. Mivel a rendkívüli intézkedések bevezetéséről szóló döntések meghozatalára a kockázatok meghatározott időszakon keresztül materializálódását követően kerül sor – hiszen az információ feldolgozása és értékelése időt vesz igénybe –, ezért a kritikus stresszküszöbszintet a rendszerszintű pénzügyi stresszindikátornak a rendkívüli beavatkozásokat megelőző 10 munkanapban felvett értékeit átlagolva számítottuk.²⁹ Az így kapott kritikus stresszküszöbszint ismeretében meghatározható a rendszerszintű pénzügyi stresszindex saját eloszlásának azon percentilise, amelyhez e kritikus stresszküszöbszint, valamint a döntéshozó kockázati preferenciáját kifejező θ paraméter nagysága is tartozik.

²⁹ Az eredmények robusztusságának ellenőrzése céljából a számításokat a rendszerszintű pénzügyi stresszindikátor rendkívüli beavatkozásokat megelőző 5, 15, és 20 napban felvett értékeit átlagolva is kiszámítottuk. Az így kapott kritikus stresszküszöbszintek nem mutattak lényeges eltérést a beavatkozásokat megelőző 10 munkanapban felvett értékek átlagolásával kapott kritikus stresszküszöbszinttől.

III. A szegmenssúlyok számítása

A rendszerszintű pénzügyi stresszindexet alkotó szegmensek relatív súlyait egyszerű redukált formájú makromodellek segítségével határoztuk meg. Kétváltozós vektor-autoregresszív³⁰ (VAR-) modelleket becstünk Jordà [2005] módszerét követve minden, a rendszerszintű pénzügyi stresszindikátort alkotó szegmensre. A modellek változói a magyar ipari termelés volumenindexe mint a reálgazdasági aktivitás proxyja és a megfelelő szegmensstresszindexek. A számítás során az ortogonalizált impulzus-válaszfüggvényekre fókuszálunk, nevezetesen az ipari termés volumenindexének a szegmensindexeket ért ortogonális sokkra adott reakciójára. Az impulzus-válaszfüggvények identifikációja során a Cholesky-eljárást követtük, amely a hibatagok közötti korrelációt a változósorrend alapján allokálja. Identifikációs feltevésünk szerint (a pénzügyi változók a reálgazdasági sokkokra azonnal, míg a reálváltozók a pénzügyi sokkokra késve reagálnak) az ipari termelési indexet a változósorrend elejére, a szegmens stresszindikátorokat pedig a végére rendeztük. A relatív szegmenssúlyok meghatározásához első lépésben egy szórásnyi szegmensstresszindex-sokkoknak az ipari termés volumenindexére gyakorolt abszolút kumulatív hatását szám-szerűsítettük kétéves időhorizonton, majd az így kapott szegmensspecifikus hatásokat a hat szegmens abszolút kumulatív hatásainak összegével elosztva adódtak a szegmenssúlyok. A modelleket havi frekvenciájú adatokon a 2005 februárja és 2010 decembere közötti időszakon becstünk. A modellek alapján meghatározott időben állandó szegmenssúlyok az alábbiak:

A magyar rendszerszintű pénzügyi stresszindikátor időben állandó szegmenssúlyai

Bankközi fedezetlen forintpiac: 13%

Tőkepiac: 12%

Spot devizapiac: 16%

Devizaswap-piac: 25%

Másodlagos állampapírpia: 15%

Banki szegmens: 19%

Az EKB-kompozit rendszerkockázati indexének időben állandó szegmenssúlyai

Pénzpiac: 15%

Kötvénypiac (állam és nem pénzügyi vállalat): 15%

Tőkepiac: 25%

Spot devizapiac: 15%

Pénzügyi közvetítők: 30%

30 Kétváltozós VAR-modell esetében az impulzus-válaszfüggvények identifikációja egyértelmű, míg hétváltozós esetben (ipari termelés volumenindexe és a hat szegmensstressz index) nem az, mivel a szegmensindikátorok közötti komplex „lead-lag” kapcsolatok nem ismertek. Az egyes modellek optimális késleltetésszámát az Akaike információs kritérium alapján határoztuk meg.

IRODALOMJEGYZÉK

- ALESSI, L.–DETKEN, C. [2009]: Real Time Early Warning Indicators for Costly Asset Price Boom/Bust Cycles: A Role for Global Liquidity. ECB Working Paper Series, No. 1039
- AVESANI, R. [2005]: A market-based approach to evaluate financial system risk and stability. IMF Working Paper, 05/232, december
- BORIO, C.–LOWE, I. [2002]: Asset Prices, Financial and Monetary Stability: Exploring the Nexus. BIS Working Papers, No. 114
- BORIO C.–I. LOWE [2004]: Securing Sustainable Price Stability: Should Credit Come back from the Wilderness?, BIS Working Papers, No. 157
- BRUNNERMEIER, M.–CROCKETT, A.–GOODHART, C.–SHIN, H. [2009]: The Fundamental Principles of Financial Regulation. Geneva Reports on the World Economy 11.
- CARDARELLI, R.–ELEKDAG, S. –LALL, S. [2011]: Financial Stress and Economic Contractions. *Journal of Financial Stability*, Vol. 7.
- CUTHNERSTON, K.–NITZSCHE, D. [2004]: Quantitative Financial Economics: Stocks, Bonds and Foreign Exchange. 2nd edition, Wiley
- DE BANDT, O.–HARTMANN, P. [2000]: Systemic Risk: A Survey. ECB Working Paper Series, No. 35.
- DE BANDT, O.–HARTMANN, P.–PEYDRO, J.-L. [2009]: Systemic Risk in Banking: An Update. In: BERGER, A.–MOLYNEUX, P.–WILSON, J. (eds.): Oxford Handbook of Banking. Oxford University Press
- DEMIRGÜÇ-KUNT, A. DETRAGIACHE, E. [2000]: Monitoring Banking Sector Fragility. A Multivariate Logit Approach. *World Bank Economic Review*, Vol 14. Issue 2.
- DREHMANN M.–NIKOLAOU, K. [2009]: Funding Liquidity Risk Definition and Measurement, ECB Working Papers, No. 1024
- ECB [2010]: Financial Stability Review. June 2010
- HAKKIO, S. C.–KEETON, W. R. [2009]: Financial Stress: What is it, how can it be measured and why does it matter? Federal Reserve Bank of Kansas City, *Economic Review*, 2009 Q2
- HATZIUS, J.–HOOPER, P.–MISHKIN, F.–SHOENHOLZ, K.–WATSON, M. [2010]: Financial Condition Indexes: A Fresh Look after the Financial Crisis. NBER Working Paper No. 16150
- HOLLÓ D.–KREMER, M.–LO DUCA, M. [2012]: CISS – A Composite Indicator of Systemic Stress in the Financial System. ECB Working Paper Series No. 1426
- ILLING, M.–LIU, Y. [2006]: Measuring Financial Stress in a Developed Country: an Application to Canada. *Journal of Financial Stability*, Vol. 2, No. 4, pp. 243–265
- JORDÁ, O. [2005]: Estimation and Inference of Impulse Responses by Local Projections. *American Economic Review*, Vol. 95, No. 1, pp. 161–182.
- PÁLES J.–VARGA L. [2008]: A magyar pénzügyi piacok likviditásának alakulása – mit mutat az MNB új likviditási indexe?, *MNB-szemle*, április
- RESTI, A.–SIRONI, A. [2007]: Risk Management and Shareholders' Value in Banking. Wiley
- SEGOVIANO M.–GOODHART, C. [2009]: Banking stability measures. IMF Working Paper 09/4, January
- TRICHET, J.-C. [2011]: Intellectual Challenges to Financial Stability Analysis in the Era of Macroprudential Oversight. Banque de France Financial Stability Review, No. 15, February, pp. 139–149