

A RÉSZVÉNY- ÉS DEVIZAPIACOK VOLATILITÁSÁNAK TOVAGYŰRŰZŐ HATÁSAI A KÖZÉP- ÉS KELET-EURÓPAI ORSZÁGOK GYAKORLATI TAPASZTALATAI ALAPJÁN

Ngo Thai Hung¹

Exponenciális általánosított autoregresszív feltételes heteroszkedaszticitású (EGARCH) modellt alkalmazunk arra, hogy megfigyeljük az aszimmetrikus volatilitásnak a részvény- és devizapiac közötti, tovagyrűző hatását a válság előtti és utáni magyar, lengyel, cseh, román, valamint horvát piacok vizsgálatával. A tanulmány a 2000. április 1-jétől 2017. szeptember 29-ig terjedő időszakot fedi le. A vizsgálat kimutatta, hogy a részvény-, valamint devizapiacokon a volatilitásnak ez a tovagyrűző hatása két irányban érvényesült a magyar piacon a teljes megfigyelési időszakban, Lengyelországban pedig a válság utáni időszakban. A volatilitás egyirányú tovagyrűzése a válság előtti horvát piacokon volt tapasztalható, Csehországban pedig mind a két időszakban a részvénytőzsdék voltak hatással a devizapiacokra. A válság utáni Horvátországban azonban a vizsgált piacokon nem volt érzékelhető begyrűző hatás. A vizsgálat során keletkezett empirikus eredmények értékes információkat tartalmazhatnak befektetőknek, multinacionális vállalatoknak és gazdaságpolitikai döntéshozóknak pénzügyi döntéseik meghozatalakor.

JEL-kódok: C15; F31; G15

Kulcsszavak: volatilitás tovagyrűzése, kelet-közép-európai országok, ARCH, GARCH, EGARCH, devizaárfolyam, részvénytőzsdék

1. BEVEZETÉS

A részvény-, valamint a devizapiacok kölcsönös kapcsolata már számos egyetemi kutató és szakember érdeklődését felkeltette, így igen alapos ismeretekkel rendelkezünk a folyamatról. Széles körben elfogadottnak tekintjük azt a tényt, hogy a nemzetközi pénzügyi piacok a közelmúltban jelentősen intergrálttá váltak. A pénzügyi eszközök számának drasztikus emelkedése nagy mértékben fokozta

¹ Ngo Thai Hung a Budapesti Corvinus Egyetem Pénzügy Tanszékének PhD-hallgatója.

a külföldi fizetőeszközök iránti keresletet és kínálatot is. Ez az egymásrautaltság a valuták iránti kereslet és a részvényforgalom megnövekedéséből adódik, ami végső soron hatással van az értékpapírok és valuták közti függőségre is. *Kanas* (2000) azt is kimutatta, hogy az egymásrautaltság nagyfokú növekedése elősegíti a volatilitásnak a részvény- és devizapiacok közötti átgűrűzését. A pozitív és szignifikánsnak számító begyűrűzési hatások növelhetik a nemzetközi befektetők által érzékelt, nem rendszerszintű reziduális portfóliókockázatot, aminek a hatására csökkenhet a portfóliódiverzifikációból származó haszon mértéke. Valójában a volatilitásvizsgálatok segítenek megérteni azokat az információs mechanizmusokat, amelyek fellelhetők a tanulmányban szereplő pénzügyi piacokon, beleértve a piacok közti tovagyűrűzési hatásokat, a deviza- és részvénypiacokon fellelhető sokk terjedését, valamint a fedezési stratégiai problémákat is (*Aloui, 2007*).

Az újabb keletű pénzügyi kiadványok nagy hangsúlyt fektetnek a részvénypiaci és devizapiaci megtérülések kapcsolatára, mivel mind a két változó meghatározó szerepet tölt be a portfóliókiválasztásnál és a gazdasági növekedésben. Az elmélet a részvény-, valamint devizapiaci megtérülések alapján két csatornát különít el egymástól. Az első megközelítést az árfolyamok folyamatorientált modelljének nevezzük (*Dornbusch–Fischer, 1980*). E megközelítés szerint pozitív kapcsolat áll fenn az árfolyamok és a tőzsdei árak között, ami főként a folyó fizetési mérlegben és kereskedelmi mérlegben összpontosul. A második megközelítést az árfolyamok részvénytőke-orientált modelljének nevezik (*Frankel, 1983*), amely szerint maga az árfolyam a pénzügyi eszközök – többek között a részvények és kötvények – keresletének és kínálatának az alakulásához igazodik. Az elmúlt években a volatilitás begyűrűzését a két pénzügyi piacra, különböző országokra vetítve rengeteg kutató vizsgálta. Ez a tanulmány azonban elhatárolódik a korábbi kutatási eredményektől. Rengeteg elemzés keletkezett a fejlett, valamint feltörekvő országokról, az olyan fejlődő piacokról azonban, mint Magyarország, Lengyelország, Csehország, Románia és Horvátország, csupán két kutatás található (*Morales, 2008 és Fedorova–Saleem, 2010*). *Morales* tanulmányában a volatilitás tovagyűrűző hatását a magyar, lengyel, cseh és szlovák piacokon vizsgálta a válság előtt és után, *Fedorova–Saleem* tanulmánya pedig szintén a válság előtti és utáni időszakot kutatta, a piacok közötti begyűrűzést pedig Lengyelországra, Magyarországra, Oroszországra és Csehországra szűkítette le. A mostani tanulmány ezekhez hasonlóan a magyar, lengyel, cseh, román és horvát piacokat vizsgálja mind a válság előtti, mind a válság utáni időszakban.

Cikkünk az EGARCH-modellt hívja segítségül néhány fontos kérdés megválaszolására. Az első ilyen vizsgált terület a napi hozamok feltételes volatilitásának aszimmetrikus és tartós hatása a tőzsdei árfolyamokra a kelet-közép-európai országokban, mind a válság előtt, mind az után. A második fontos kérdés az, hogy

a korábban említett két pénzügyi piac közti kapcsolat valóban létezik-e ezekben az országokban. Végezetül összehasonlítjuk a kapott eredményeket az országok és időszakok között.

Írásunk a következőképpen épül fel: a következő egységben (2. fejezet) a fontosabb szakirodalom áttekintése történik, a 3. fejezetben pedig az EGARCH-modellt fejthük ki bővebben. A 4. fejezet az EGARCH-modell becsült eredményeit mutatja be részletesen, végül az 5. fejezetben összefoglaljuk eredményeinket, és levonjuk a megfelelő következtetéseket.

2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

A volatilitás tovagyűrűzésének mechanizmusa, azon belül is az árfolyamok és részvénypiacok közötti kapcsolat vizsgálata több tanulmány témája. Nem feledkezhetünk meg olyan elméleti keretrendszerekről (*Diebold–Yilmaz*, 2009; 2012; 2014), mint például az általánosított VAR, amely a részvények hozamokra és az indexek volatilitására irányította a figyelmet. Ezek a munkák azonban az aszimmetrikus tulajdonságra nem tértek ki. A mi kutatómunkánk éppen ezért használja a közgazdaságtanban igen nagy népszerűségnek örvendő GARCH modellezési „családot”, mert az képes megragadni ezeknek a tovagyűrűzéseknek az információs mechanizmusát.

Korábbi kutatómunkák szintén igénybe vették ezt az általánosított ARCH- (GARCH-) modellt, hogy vizsgálni tudják a volatilitás begyűrűzését két pénzügyi piac figyelembevételével, különböző országokban. Ezekből a tanulmányokból egyértelműen kitűnik, hogy a volatilitás továbbgyűrűző hatása háromféle lehet: a két piac közötti kétirányú volatilitás továbbgyűrűzése; a részvénypiac egyirányú hatása a devizapiacra, valamint fordítva; illetve a nem tartós begyűrűzés két pénzügyi piac között.

Az első tanulmány, amely a volatilitásnak ezt a továbbgyűrűző hatását napi adatok felhasználásával vizsgálta (Kanas, 2000) az 1986. január 1-je és 1998. február 28-a közti időszakot vette referenciaidőszaknak, és 6 fejlett országot vizsgált. Ezt a hat országot – az Egyesült Államokat, az Egyesült Királyságot, Japánt, Németországot, Franciaországot és Kanadát – vizsgálva, kétváltozós EGARCH-modellt használt a feltételes varianciák kiszámításához. A hatból öt ország esetén bizonyítottan kimutatta a továbbgyűrűzést, amely a részvényhozamoktól indult a valutaárfolyamok irányába, Németországnál azonban nem tapasztalt ilyen maradandó begyűrűzéseket.

Yang-Doong (2004) szintén kétváltozós EGARCH-modellt alkalmazott. Ő 1979. május 1-je és 1999. január 1-je közötti heti adatokkal dolgozott; a várható érték, valamint a volatilitás továbbgyűrűző hatásának a természetét vizsgálta a

G7-országok részvény- és devizapiacára fókuszálva. A kutatás eredményeképpen empirikusan bizonyította és ténylegesen kimutatta a volatilitás aszimmetrikus továbbgyűrűzését a részvénypiacról a devizapiacra Franciaországban, Olaszországban, Japánban és az Egyesült Államokban.

Aloui (2007) egyrészt az amerikai és néhány meghatározó európai piac (Franciaország, Németország, Belgium, Spanyolország, Olaszország) részvény- és devizapiaci adatainak az átlagát és volatilitását (szórását), valamint a két piac közötti oksági kapcsolatot vizsgálta. Az adatbázist az adott országok deviza- és részvénypiacainak napi záróárai alkották. Az aszimmetrikus volatilitás továbbgyűrűzést egy többváltozós, kiterjesztett EGARCH-modell segítségével mutatta be. A modell segítségével kimutatta, hogy a piacok között aszimmetrikus és tartós a volatilitás-átgyűrűzés, valamint megmutatta a két piac hozamai és szórásai közötti oksági kapcsolatot mind az euró bevezetése előtti, mind az utána következő időszakban. Továbbá a szerző megerősítette azt a tényt, hogy a részvényhozamok hatása erősebb a devizaárfolyamokra mindkét részmintában.

A volatilitás továbbgyűrűzését a részvényhozamok és devizaárfolyamok között *Morales* (2008) tanulmányozta négy közép-kelet-európai ország (Magyarország, Csehország, Lengyelország és Szlovákia) vizsgálatával. A szerző 1999 és 2006 közötti napi adatokat használt. Ezt az időszakot kettébontotta az euró bevezetése előtti és utáni időszakra. A tényleges vizsgálathoz EGARCH-modellt alkalmazott; a kutatás eredménye nem mutatott ki szignifikáns volatilitás-továbbgyűrűzést ezekben az országokban. Azonban – annak ellenére, hogy ez a továbbgyűrűző tulajdonság nem volt kimutatható egyik időszakban sem –, az uniós csatlakozás után ez a begyűrűző tendencia még csökkent is mindegyik piacon.

Fedorova–Saleem (2010) a dinamikus volatilitás begyűrűző hatását vizsgálta olyan fejlődő közép-kelet-európai országok részvény- és devizapiacain, mint Lengyelország, Magyarország, Oroszország és Csehország. A heti hozamokat a kétváltozós GARCH-BEKK-modell segítségével elemezte. Az eredmények azt mutatták, hogy közvetlen kapcsolat áll fenn az értékpapírpiacon között mind a volatilitást, mind a devizapiacokat tekintve. A devizapiacoktól a részvénypiacok felé tartó, egyirányú volatilitás-átgyűrűzés volt megfigyelhető mindenhol, a cseh piac kivételével.

Valls–Chuliá (2014) többváltozós aszimmetrikus GARCH-modellt használt a volatilitás begyűrűzési hatásainak vizsgálatára. A vizsgálat 2893 ázsiai részvény-, valamint devizapiaci napi adatot tartalmazott 2003 és 2014 között. Az ezekből számított eredmény kétirányú volatilitás-továbbgyűrűzést mutatott ki minden piacon, függetlenül az országok fejlettségi szintjétől.

Mozumder et al. (2015) a volatilitás begyűrűzését három fejlett (Írország, Hollandia, Spanyolország) és három feltörekvő ország (Brazília, Dél-afrikai Köztársaság, Törökország) heti adatainak felhasználásával vizsgálta a gazdasági világválság

előtti, közbeni és utáni időszakokra. A vizsgálat kétváltozós EGARCH-modell felhasználásával történt. A kutatás eredménye, hogy az aszimmetrikus volatilitás továbbgyűrűződése mind a két pénzügyi piacon jelen volt, függetlenül az ország fejlettségi szintjétől a válság idején. Pontosabban, az eredmények azt sugallták, hogy egyirányú volatilitás-továbbgyűrűződés ment végbe a részvénypiacok irányából a fejlett országoknál, a feltörekvő országoknál azonban ez a továbbgyűrűződés épp fordítva történt meg. Braziliában mind a két piacon kétirányú gyűrűződés volt kimutatható.

Ezzel egyidejűleg *Segal* és szerzőtársai (2015) olyan empirikus módszertant javasoltak, amelyben a volatilitáson belül megkülönböztetik a „jó” és a „rossz” bizonytalanságból származó hatásokat. Az eredményekből azt a következtetést lehetett levonni, hogy a „jó” bizonytalanság növeli, míg a „rossz” bizonytalanság csökkenti a vizsgált makrováltozót. Így az eszköztérteke a jó bizonytalansággal növekedésnek indulnak, rossz bizonytalanság esetén pedig csökkennek.

Jebran és Iqbal (2016) empirikusan vizsgálta a volatilitás részvény- és devizapiacok közötti továbbgyűrűzésének a dinamikáját az ázsiai piacokra vetítve (Kína, Hongkong, India, Japán, Pakisztán, Srí Lanka) EGARCH-modell segítségével. A tanulmány 1999. január 4-e és 2014. január 1-je közötti napi adatokkal dolgozott. A kutatás kétirányú aszimmetrikus volatilitás-továbbgyűrűzést mutatott ki a pakisztáni, kínai, hongkongi és srí lankai részvény- és devizapiacokon. Indiában a részvénypiacról a devizapiacra ható, egyirányú volatilitásáttételt figyeltek meg. Japán esetén azonban egyik piacon sem volt kimutatható a továbbgyűrűzés hatása.

Ezzel egyidejűleg *Baruník* és szerzőtársai (2016) kutatása hét szektorból a leginkább likvid amerikai részvények adatain alapult. A volatilitás továbbgyűrűzésének aszimmetriáját vizsgálva megmutatták, hogy az egyes részvények szintjén a „jó” és a „rossz” volatilitás tovagyűrűző hatása különböző nagyságrendű. Továbbá a kutatásból az is kiderült, hogy az amerikai helyi piacokon a részvények kapcsolódása a válság idején lényegesen növekedett.

Az előzőekben bemutatott irodalmi áttekintésből kiderül, hogy nincs egységes megállapítás a volatilitás továbbgyűrűzéséről. Különböző időszakokat vizsgálva, valamint különböző országokat tekintve eltérő eredményeket kapunk. A jelen tanulmány ezeket a munkákat kívánja kiegészíteni a kiválasztott országok deviza- és a részvénypiacainak modellezésével. A fenti piacok volatilitásának kapcsolatát EGARCH-modellel vizsgáljuk. A korábbi kutatások csupán a részvény- és devizaárfolyam-eloszlások első momentumára koncentráltak, ezzel szemben a jelen kutatás a volatilitásra fókuszál. További hozzáadott értéket jelent a napi mintavétel: a válság előtti 9 év és az azt követő 10 év napi adatait használtunk fel, szemben a korábbi heti, illetve havi adatok vizsgálatával, így pontosabb képet kaphatunk arról, hogy a válság mekkora hatással volt kutatási kérdéseinkre. Végezetül a vizsgálat

során keletkezett empirikus eredmények értékes információkat tartalmazhatnak befektetőknek, multinacionális vállalatoknak és gazdaságpolitikai döntéshozóknak pénzügyi döntések meghozatalakor.

3. MÓDSZERTAN

3.1 Adatok

A modellhez felhasznált adatok öt közép-kelet-európai ország napi részvény-, illetve devizaárfolyamának 2000. április 1 és 2017. szeptember 29. közötti záróértékéből adódnak. A teljes időperiódust azonban további két időszakra bontottuk: 2000. április 1. és 2008. augusztus 29. közötti, a válság előtti időszakra, valamint a 2008. szeptember 1. és 2017. szeptember 29. közötti, a válság utánira. A napi adatokon keresztül pontosabb képet kaphatunk a részvény- és devizaárfolyamok viselkedéséről a korábbi heti és havi mintavételen alapuló kutatások eredményeinél (Jebran és Iqbal, 2016), valamint a két változó közötti dinamika is érthetőbbé válhat számunkra (Agrawal et al., 2010). A magyar, lengyel, cseh, román és horvát piacokat, részvényindexeiket vizsgáltuk: ezek rendre a Budapesti Értéktőzsde – BUX, Varsói Értéktőzsde – WIG, Prágai Értéktőzsde – PX, Bukaresti Értéktőzsde – BET és a Zágrábi Értéktőzsde. Ezen országok nemzeti fizetőeszközei a magyar forint (HUF), a lengyel zloty (PLN), a cseh korona (CZK), a román lej (RON) és a horvát kuna (HRK). A felhasznált devizaárfolyam pedig mindegyik országnál az amerikai dollárral szembeni árfolyam. Mivel a tőzsdék heti 5 napban működnek hétfőtől péntekig, a devizapiacok pedig 6 kereskedési napban állnak a rendelkezésre (a nemzeti ünnepek és hétvégék kivételével), így előzetesen szükséges volt ezeknek a részvényindexeknek és devizaárfolyamoknak az egymáshoz igazítása. Az adatokat a Bloomberg rendszerén keresztül értük el, az összeállításban a Budapesti Corvinus Egyetem Befektetések és Vállalati Pénzügy Tanszéke segédkezett.

A napi hozamokat a következőképpen számoltuk ki: $R_{i,t} = 100 \times \ln(P_{i,t}/P_{i,t-1})$, ahol $P_{i,t}$ a piaci ár ($i = 1$ a részvényindexek értéke és $i = 2$ a devizaárfolyamok értéke) a t -edik időpontban. Az 1. ábra, valamint az 1. és 2. táblázat mutatja a válság előtti és utáni árfolyamfolyamatokat és az azokat leíró statisztikákat. Látható, hogy az öt ország részvényárfolyamainak, valamint devizaárfolyamainak volatilitása robbanásszerűen növekedett.

1. táblázat

A napi részvényindexek leíró statisztikája

Országok	Magyarország	Lengyelország	Csehország	Románia	Horvátország
Panel A. Válság előtti időszak					
Átlag (%)	0,04	0,03	0,05	0,11	0,07
SD (%)	1,39	1,30	1,26	1,78	1,39
Ferdeség	-0,0883	-0,2559	-0,1862	-0,1390	0,5367
Csúcosság	4,3107	5,1726	5,4575	21,9218	16,726
Jarque-Bera	157,88**	449,76**	559,39**	313320**	16342,68**
PP-teszt	-44,47*	-44,92*	-44,96*	-43,33*	-44,93*
ADF-teszt	-44,49*	-44,79*	-44,96*	-43,36*	-44,92*
N	2166	2166	2173	2099	2069
Panel B. Válság utáni időszak					
Átlag (%)	0,02	0,02	-0,01	0,01	-0,02
SD (%)	1,62	1,22	1,4927	1,52	1,18
Ferdeség	-0,1033	-0,5254	-0,6210	-0,7250	0,0734
Csúcosság	11,4429	7,9297	20,3306	15,5740	27,2175
Jarque-Bera	6746,18**	2407,276	28642,34**	15240**	55425,20
PP teszt	-45,07*	-34,53*	-39,97*	-44,89*	-44,53*
ADF teszt	-35,42*	-42,73*	-44,53*	-44,93*	-25,32*
N	2270	2274	2277	2283	2268

Megjegyzés: SD - (standard) szórás. N – megfigyelések száma.

A kritikus értékek 1%, 5% és 10%-nál rendre -3,43, -2,86 és -2,56. PP a Phillips-Perron-tesztet jelöli. Az ADF a Kiterjesztett Dickey-Fuller-teszt. ** jelöli az 5%-os szignifikanciaszintet, * jelöli azt az esetet, amikor $p < 1\%$.

Forrás: a szerző

2. táblázat

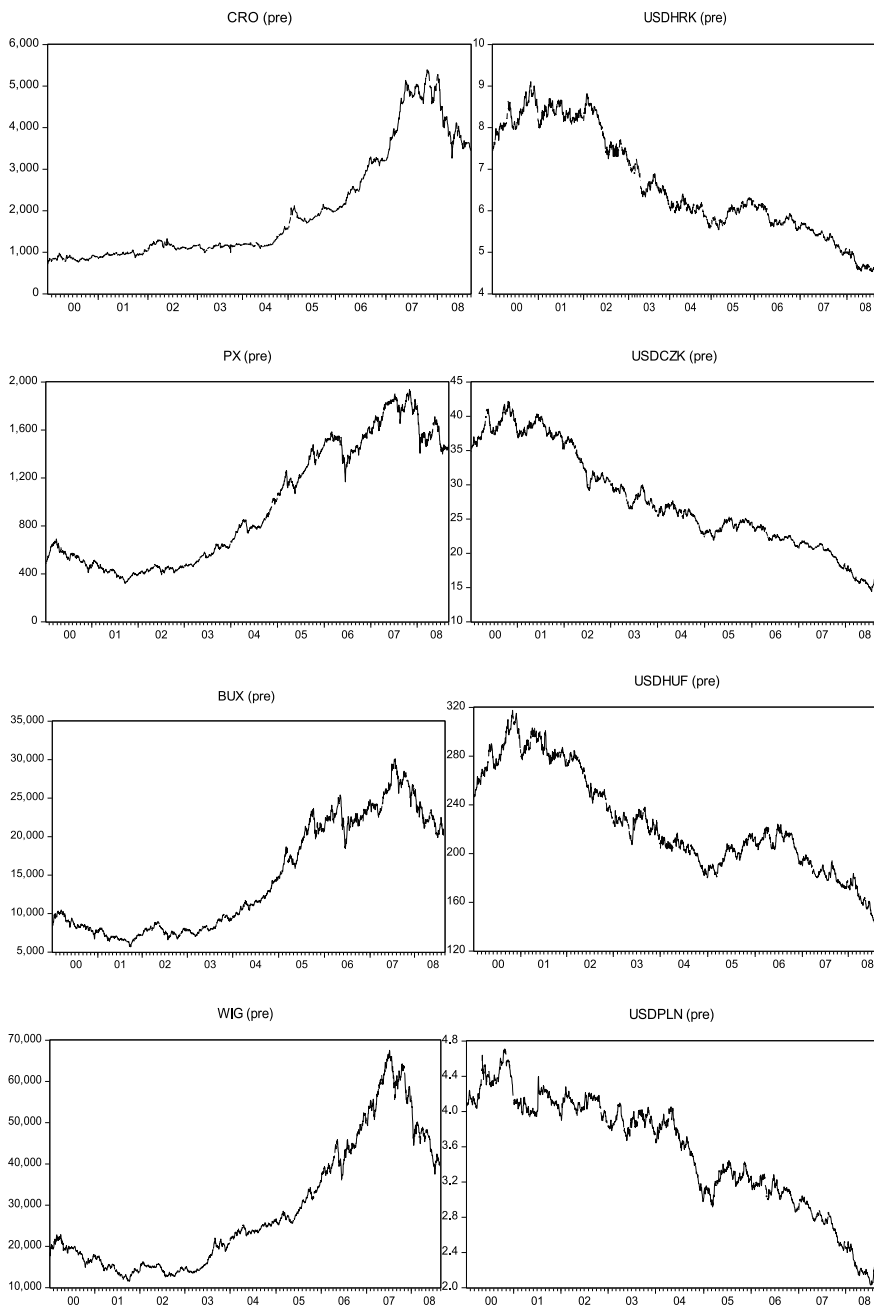
A devizaárfolyam hozamainak leíró statisztikája

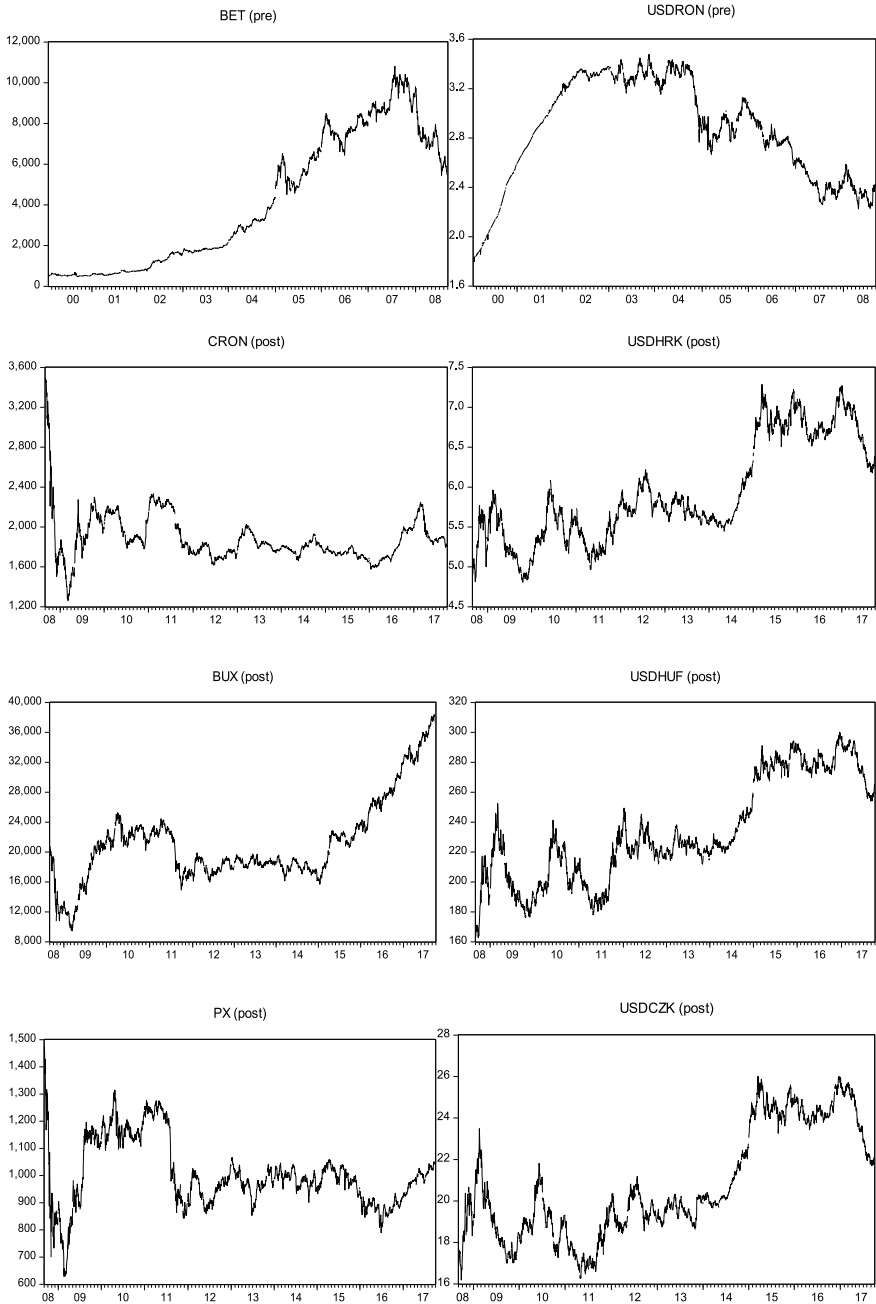
Országok	Magyarország	Lengyelország	Csehország	Románia	Horvátország
Panel A. Válság előtti időszak					
Várható érték (%)	-0,0196	-0,026	-0,033	0,0129	-0,02
SD (%)	0,78	0,6937	0,7049	0,6516	0,69
Ferdeség	0,4141	0,2921	0,0008	0,9338	-0,0863
Csúcsosság	6,1554	5,3131	4,2452	20,066	5,0085
Jarque–Bera	960,48**	513,65**	140,39**	25778,4**	350,36*
PP-teszt	-46,89*	-43,80*	-47,20*	-48,94*	-50,02*
ADF-teszt	-46,89*	-43,80*	-47,19*	-48,80*	-49,99*
N	2166	2166	2173	2099	2069
Panel B. Válság utáni időszak					
Várható érték (%)	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01
SD (%)	1,0559	1,04	0,85	0,77	0,69
Ferdeség	0,1971	0,2039	-0,1349	0,2228	-0,0347
Csúcsosság	6,0054	6,6307	8,3099	6,6083	5,6903
Jarque–Bera	869,04**	1264,76**	2681,99**	1257,42**	684,43**
PP teszt	-47,65*	-47,85*	-48,39*	-45,12*	-47,68*
ADF teszt	-47,61*	-47,71*	-48,38*	-34,59*	-47,68*
N	2270	2274	2277	2283	2268

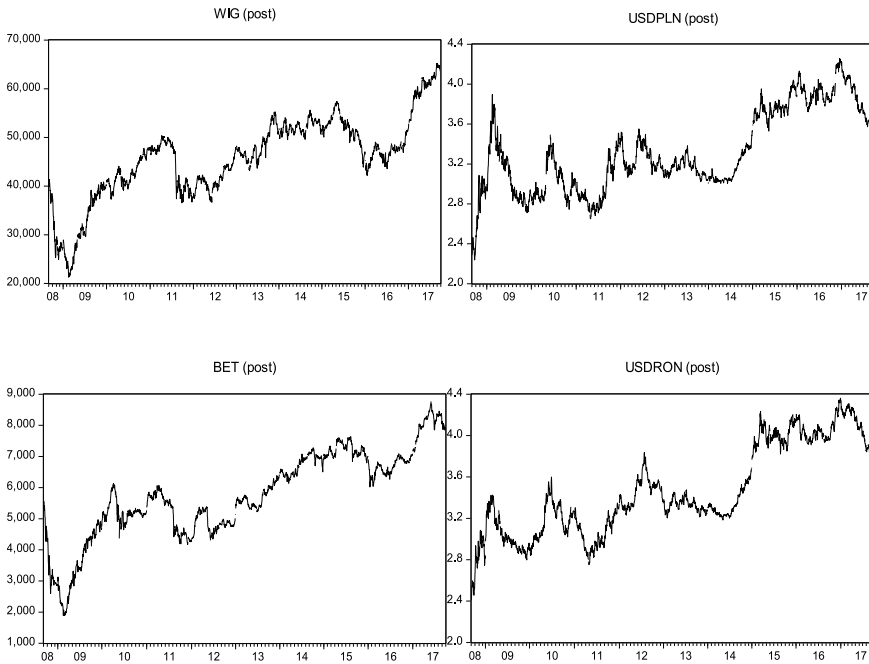
Megjegyzés: SD – (standard) szórás. N – megfigyelések száma.

A kritikus értékek 1%, 5% és 10%-nál rendre -3,43, -2,86 és -2,56. PP a Phillips–Perron-tesztet jelöli. Az ADF a Kiterjesztett Dickey Fuller teszt. ** jelöli az 5%-os szignifikancia szintet, * jelöli azt az esetet, amikor $p < 1\%$.

Forrás: a szerző

1. ábra**A válság előtti és utáni részvényindex, valamint árfolyamszintek**





Forrás: a szerző

3.2 Modellspecifikáció

Egységgyökteszt

A felhasznált adatsorok stacionaritásának vizsgálatát a szokásos tesztekkel (Phillip–Perron PP, 1988 és Dickey–Fuller ADF, 1979) vizsgáltuk, így biztosítható az eredmények helyessége.

EGARCH-modell

A részvényhozamok volatilitása, valamint a devizaárfolyamok volatilitása közötti kölcsönöshatást exponenciális általánosított autoregresszív feltételes heteroszkedaszticitás (EGARCH) modellel vizsgáltuk (kifejlesztője: Nelson, 1991). Ez a modell képes az aszimmetrikus továbbgyűrűzést kimutatni. A sima GARCH-modell csupán a volatilitás szimmetrikus (pozitív) hatásait képes megragadni, a negatív, tehát aszimmetrikus sokkok kimutatására nem képes, mivel itt a feltételes variancia a késleltetett reziduumok függvénye, nem pedig a jele. Az EGARCH-modellben nincsenek ilyen paraméter megkötések, így az mind a szimmetrikus, mind az aszimmetrikus sokkokat képes kimutatni. Éppen ezért

rengeteg tanulmány használta már fel különböző országok példáján az EGARCH-modellt a volatilitás tovagyűrűzésének a bizonyítására. Az előzőekben említett tanulmányokat leszámítva a következő munkákban alkalmazták a módszertant: *Mishra et al.*, 2007; *Choi et al.*, 2010; *Adiasi et al.*, 2008; *Qayyum–Kamal*, 2006; *Okpara–Odionye*, 2012; *Beer–Hebein*, 2011. Ebben a tanulmányban az EGARCH (1,1) modell segítségével elemezzük az általunk kiválasztott országok volatilitás átviteli mechanizmusát.

A devizapiacról induló volatilitás továbgyűrűződés vizsgáló EGARCH-modell:

$$R_t = \alpha_0 + \alpha_1 R_{t-1} + \alpha_2 R_{t-1(ER)} + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$h_{t(SP)} = \beta_0 + \beta_1 h_{t-1} + \beta_2 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right| + \phi \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \delta_{(resid(ER))} \quad (2)$$

Az (1) és a (2) egyenlet azt az EGARCH (1,1) modellt hivatott reprezentálni, amely a devizapiacokról induló, részvénypiacokra ható volatilitást vizsgálja a kiválasztott országokban.

A részvénypiacokról induló volatilitás továbgyűrűződést vizsgáló EGARCH-modell:

$$K_t = a_0 + a_1 K_{t-1} + a_2 K_{t-1(SP)} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$h_{t(ER)} = \gamma_0 + \gamma_1 h_{t-1} + \gamma_2 \left| \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} \right| + \varphi \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sqrt{h_{t-1}}} + \psi_{(resid(SP))} \quad (4)$$

3. táblázat
Paraméteregyenletek leírása (1)–(4)

Értelmezés	S	E
Feltételes várható érték	(1)	(3)
Feltételes variancia egyenlet	(2)	(4)
Hozam	R_t	K_t
Tengelymetszet	α_0	a_0
Előző napi hozamok hatása	α_1	a_1
Devizaárfolyamok változásának hatása a részvények hozamára	α_2	
Részvényhozamok változásának hatása a devizaárfolyamok hozamára		a_2
Hibatényező	ε_t	ε_t
Feltételes variancia logaritmusa	$h_{t(SP)}$	$h_{t(ER)}$
Konstans volatilitás	β_0	γ_0
Volatilitás függvénye	β_1	γ_1
Volatilitás reakciója a hírekre	β_2	γ_2
Volatilitás asszimmetrikusságának a vizsgálata	ϕ	φ
Volatilitás tovagyűrűzése	δ	Ψ

Megjegyzés: S – részvényhozam, E – devizaárfolyam hozama

A volatilitás begyűrűzésének a vizsgálata során először a részvény- és devizaárfolyam-hozamok leíró statisztikáit számoltuk, majd elvégeztük a szükséges stacionaritás vizsgálatot ADF- és PP-tesztekkel mindegyik érintett változón. A következő lépésben egy autoregresszív mozgóátlag (ARMA) modell paramétereit becsültük, ezáltal határoztuk meg a várhatóérték-egyenletet. A várhatóérték-egyenlet reziduumainak felhasználásával az ARCH-hatást vizsgáltuk (a khí-négyszet szignifikáns értéke az ARCH-hatást jelöli a mögöttes változóban). Az EGARCH-modell csak olyan adatokon használható, amelyeknél fennáll és kimutatható az ARCH-hatás. Az ARCH-hatás esetén az EGARCH-modell segítségével megbecsültük a részvénypiacok és devizapiacok közti volatilitás továbgyűrűződését. Végezetül reziduális diagnosztikát, ARCH LM-tesztet hajtottunk végre.

4. EREDMÉNYEK

A részvényhozamok, valamint devizahozamok leíró statisztikája és az egységgyökök az 1. és a 2. táblázatban láthatók. A részvényhozamok várható értéke a válság utáni Csehország és Horvátország kivételével mindenhol nullától eltérő, és pozitív értéket mutatott. A varianciák értéke 0,69% (horvát) és 1,62% (magyar) között alakult. Ehhez hasonlóan a magyar és a lengyel devizapiacoknál volt megfigyelhető a legnagyobb napi átlaghozam az egész megfigyelési periódust tekintve. A ferdeségi és csúcossági értékek arra utalnak, hogy a hozameloszlások meg sem közelítik a normális eloszlást, ahogy a Jarque–Bera-teszt is statisztikailag mutatja. Végezetül az összes devizahozam és részvényhozam stacionernek bizonyult a megfelelő szignifikanciaszinten (például $I(0)$ 1%-os szignifikanciaszinten a PP-ADF statisztikák szerint).

A 4. táblázat a részvény- és devizaárfolyamokban megjelenő ARCH-hatást szemlélteti. Az ARCH-hatás az adatsorban megjelenő autokorrelációt és heteroszkedaszticitást jelzi. Az eredmények alapján kimutatható ARCH-hatás, így az EGARCH (1,1) modell alkalmazható.

A volatilitás továbbgyűrűzését az EGARCH (1,1) modellel vizsgáljuk. Az egyes piacokat országonként külön-külön tekintettük. Először a devizapiacokról induló volatilitás továbbgyűrűzését vizsgáltuk meg, majd ezután következett a részvénypiacokról induló volatilitás hatásának az elemzése. Az egyes modelleknél szükséges megfelelő késleltetési időket az Akaike információs kritérium segítségével határoztuk meg.

4. táblázat
ARCH-teszt

Országok	Magyar-ország	Lengyel-ország	Csehország	Románia	Horvát-ország
Részvényindexek					
Panel A: Válság előtti időszak					
Konstans	1,254*	1,021*	0,892*	1,525*	1,137*
AR(1)	0,061*	0,042**	0,071*	0,390*	0,271*
ARCH teszt	80,09*	110,57*	141,74*	362,65*	240,30*
Panel B: Válság utáni időszak					
Konstans	1,137*	0,579*	0,659*	0,942*	0,544*
AR(1)	0,290*	0,020	0,228*	0,306*	0,297*
ARCH teszt	363,55*	309,09*	559,10*	411,67*	550,14*
Devizaárfolyamok					
Panel A: Válság előtti időszak					
Konstans	0,515*	0,331*	0,402*	0,2085*	0,335*
AR(1)	0,097*	0,137*	0,012	0,567*	0,108*
ARCH teszt	25,01*	72,17*	21,37*	576,77*	59,96*
Panel B: Válság utáni időszak					
Konstans	0,498*	0,408*	0,291*	0,256*	0,276*
AR(1)	0,042**	0,158*	0,084*	0,038	0,173*
ARCH teszt	251,82*	403,89*	325,83*	291,60*	151,88*

Megjegyzések: az ARCH-teszt az ARCH-hatás tesztje.

** jelöli az 5%-os szignifikanciaszintet, * a $p < 1\%$ -ra utal.

Forrás: a szerző

Az 5. táblázat az EGARCH-modell eredményeként a várható érték és a feltételesvariancia-egyenletek paramétereit tartalmazza. A várható érték egyenlete alapján a devizapiaci hozamok változása jelentős negatív hatással bírt a magyar és lengyel részvényhozamokra a teljes vizsgálati időszakban, a cseh, román és horvát piacoknál pedig a válság után. Ennél a három országnál a válság előtti időszakban azonban nem volt kimutatható szignifikáns kapcsolat a két piac között. A részvénypiaci negatív hatásból arra tudunk következtetni, hogy a devizapiaco-

kon történő változások csökkentik a részvényt piacok hozamait, így közvetetten a részvényárfolyamok és a profitabilitás is csökken az érintett országokban. Továbbá ez a negatív hatás a kereskedelmi mérleg és az ország versenyképességének az ingadozásához is vezethet. Ennek eredményeként a reáljövedelmek és a gazdasági növekedés is csökkenhet (Jebran–Iqbal, 2016). Hasonló negatív kapcsolatot mutattak ki Aloui, 2007; Yang–Doong, 2011; Jebran–Iqbal, 2016.

A kutatás eredménye annak a részvényvezérelt modellnek az elméleti előrejelzését támasztja alá, amely szerint a részvény- és a devizahozamok között negatív a kapcsolat. Csehország, Románia és Horvátország esetében a válság előtti időszakban a devizapiaci változások nem hatottak szignifikánsan a részvényt piacra, ami a devizaárfolyam-kockázattal szembeni hatásos fedezeti stratégiákból is eredhet. Empirikus vizsgálatunk további eredményei szerint a részvényt piacok változása és a devizahozamok között gyengén szignifikáns kapcsolat volt a teljes vizsgált időszakban, kivéve a válság utáni román piacot. Ott a az utóbbi években a részvényt piaci változások szignifikáns negatív hatással vannak a devizahozamokra. Ez a kapcsolat a portfólió egyensúlymodell-magyarzatával áll összhangban, amely szerint a részvényt piaci kereslet-kínálat határozza meg a devizaárfolyamokat, mivel a hazai tőzsdei piaci árak növekedése a befektetőket a külföldi pénzügyi eszközeik eladására és hazai eszközök vételére ösztönzi. Ez a következtetés megegyezik Jebran–Iqbal 2016-os tanulmányának eredményeivel. Mindezek mellett a többi ország részvényt piacairól induló gyenge vagy nem szignifikáns hatás a monetáris megközelítést támasztja alá. Ez a megközelítés azt mondja ki, hogy a részvényárak és a devizaárfolyamok között nincs semmilyen kapcsolat (Ngo Thai Hung, 2017).

A második momentumok kapcsolatának vizsgálatához a varianciaegyenlet δ koefficiensét elemezzük, amely a devizapiacról induló volatilitás tovagyrűzését, valamint a kapcsolat aszimmetrikus jellegét mutatja. Az eredmények alapján a teljes időperiódust tekintve Magyarországon, valamint Lengyelországban volt szignifikáns, Romániában és Horvátországban pedig csak a válság előtti időszakban. A válság előtti időszakot vizsgálva az együttható Magyarországnál, Lengyelországnál és Romániánál mutatott pozitív értéket, Horvátország esetén azonban negatív eredményt kaptunk. A válság utáni időszakban pedig a magyar és lengyel viszonylatban volt pozitív az értéke. A koefficiens pozitív értéke azt jelenti, hogy a részvényt piacok volatilitása növekszik a devizapiaci volatilitás növekedésének hatására. A negatív érték ennek épp az ellenkezőjét mutatja: a devizapiacok volatilitása csökkenti a részvényt piacok volatilitásának a mértékét. A magyar, cseh és lengyel piacokra kapott eredmények összhangban vannak az alábbi kutatási eredményekkel: Morales, 2008; Aloui, 2007; Valls és Chuliá, 2014).

A φ mutató a részvényt piacról induló volatilitás begyrűzését hivatott mérni. Ez az együttható statisztikailag szignifikánsnak mondható Magyarországon és Cseh-

szág tekintetében az egész időszak alatt, azonban Lengyelországban és Romániában a válság előtt, Horvátországban pedig a válság után nem sikerült szignifikáns értéket kimutatni. Mindemellett minden esetben negatív kapcsolatot fedezett fel a modellünk, tehát a részvényt piac volatilitása csökkenti a devizapiacok volatilitását. Fontos megjegyezni, hogy devizapiacról induló volatilitás-továbbgyűrűzést nem találtunk Csehországnál, Romániánál és Horvátországnál. Előbbinél ez a teljes megfigyelési periódusra nézve igaz, az utóbbi két országnál pedig csak a válság utáni időszakban. A részvényt piacokról induló volatilitás-tovagyűrűzés a válság előtti Lengyelországban és Romániában nem volt megfigyelhető, valamint a válság utáni horvát piacon ebben az esetben sem találtunk szignifikáns kapcsolatot. Ezek az eredmények összhangban vannak Fedorova és Saleem 2009-es kutatásával, azonban ellentmondanak Morales 2008-as eredményeinek.

Röviden összefoglalva az eredményeket: országonként és időszakonként más-más eredményeket kaptunk a volatilitás begyűrűzésének vizsgálatakor, mivel a részvényhozamok és devizapiacok közti volatilitás áterjedése idővel változik, pontosabban a válság utáni időszakot tekintve ez a hatás nőtt, hiszen a pénzügyi integráció a válság utáni időszakban növekedésnek indult.

A kutatás során a következő eredmények születtek: Magyarországon a teljes megfigyelési időszakban, Lengyelországban pedig a válság utáni időszakban kétirányú volatilitásáterjedés figyelhető meg a pénzügyi piacok között, ami a részvényt piaci hatékonyságra utal. Horvátországban a válság előtti időszakban, Csehországban pedig a teljes periódusban egyirányú volatilitás-továbbterjedésről beszélhetünk: a részvényt piacok volatilitása hatott szignifikánsan a devizapiacokra. Horvátországban a válság után nem fedeztünk fel volatilitásáterjedést, ami a részvényt piacok és devizaárfolyamok hatékonyságát bizonyítja. Szintén a devizakockázattal szembeni hatékony fedezeti stratégiákról beszélhetünk Csehország, Románia és Horvátország esetében. Előbbinél a teljes megfigyelési időszakban nem tudtuk kimutatni a devizapiacokról induló volatilitás áterjedését, utóbbi kettőnél ez a hatékony fedezési stratégiák következménye lehet. Végezetül az aszimmetrikus (a részvényhozamoktól a devizaárfolyamok felé irányuló) begyűrűzés minden pozitív hozadéka megfigyelhető: a jó hír nagyobb hatást gyakorol a volatilitásra, mint a váratlan rossz hírek. Másfelől a devizaárfolyamtól induló, aszimmetrikus továbbgyűrűzéseknél épp a negatív hírek hatása a nagyobb: ebben az esetben a negatív sokkok nagyobb volatilitást generálnak, mint az azonos nagyságú pozitív sokkok.

A becslési eredmények megbízhatóságát az egyes modellek reziduumaiban megjelenő ARCH-hatások vizsgálatával teszteltük. A vizsgálat célja alapján nullhipotézisünk az ARCH-hatás megléte volt. Az 5. táblázatban láthatók az eredmények, amelyekből kiderül: nagy szignifikanciaszinten kijelenthető, hogy ez a hatás a teljes adatsort tekintve már nincs jelen. Egyedül a válság előtti Romá-

niánál figyelhető meg ilyen ARCH-hatás azokban az esetekben, ahol a volatilitás a részvénypiacról gyűrűzik át a devizapiacra. Ezek az eredmények megfelelnek egy korábbi tanulmány eredményeinek (*M. Kamişli és társai, 2015*), ezzel elértük kutatásunk végéhez. Az EGARCH-modell használatával sikeresen ki tudtuk mutatni a részvény-, valamint devizapiacok közötti volatilitás összekapcsoltságát.

5. táblázat

A részvény- és devizapiacok közötti volatilitás átterjedése

Országok	Magyar- ország	Lengyel- ország	Csehország	Románia	Horvát- ország
Devizapiacokról induló volatilitás-tovagyűrűzés					
Panel A: Válság előtti időszak					
α_0	0,041	0,053**	0,074*	0,075*	0,099*
α_1	0,033	0,061*	0,049**	0,143*	0,037
α_2	-0,083**	-0,116*	-0,022	0,021	-0,014
β_0	-0,082*	-0,080*	-0,133*	-0,221*	-0,167*
β_1	0,943*	0,979*	0,939*	0,916*	0,924*
β_2	0,147*	0,112*	0,192*	0,406*	0,285*
ϕ	-0,052*	-0,028*	-0,095*	-0,033*	-0,008
δ	0,055*	0,014*	-0,0006	0,134*	-0,092*
ARCH LM(1)	0,019(0,89)	3,21(0,07)	4,48(0,03)	0,39(0,53)	2,14(0,14)
Panel B: Válság utáni időszak					
α_0	0,031	0,033	0,005	0,027	0,015
α_1	-0,016	0,052**	0,024	0,067*	0,055*
α_2	-0,11*	-0,102*	-0,111*	-0,049**	-0,066*
β_0	-0,110*	-0,094*	-0,159*	-0,285*	-0,156*
β_1	0,986*	0,986*	0,980*	0,957*	0,987*
β_2	0,152*	0,123*	0,209*	0,393*	0,200*
ϕ	-0,063*	-0,045*	-0,067*	-0,062*	-0,036*
δ	0,016**	0,027*	0,004	0,011	-0,001
ARCH LM(1)	0,63(0,42)	0,76(0,37)	0,61(0,43)	2,38(0,12)	0,06(0,79)

Részvénytőzpiacokról induló volatilitás-tovagyűrűzés

Panel A: Válság előtti időszak					
a_0	-0,017	-0,033**	-0,031**	0,078*	-0,036*
a_1	0,010	0,072*	-0,013	0,0004	-0,072*
a_2	-0,018	-0,004	-0,016	-0,002	0,0002
γ_0	-0,130*	-0,216*	-1,025**	-0,100*	-0,057*
γ_1	0,864*	0,901*	-0,367**	0,993*	0,995*
γ_2	0,080*	0,181*	0,073**	0,123*	0,069*
φ	0,078*	0,074*	0,073*	-0,038*	-0,001
Ψ	-0,046*	-0,010	-0,051**	-0,004	-0,015*
ARCH LM(1)	0,48(0,48)	0,60(0,43)	0,01(0,90)	80,7(0,00)	0,02(0,86)
Panel B: Válság utáni időszak					
a_0	0,011	0,016	0,017	0,011	0,014
a_1	-0,026	-0,04**	-0,005	-0,008	-0,032
a_2	-0,001	-0,025	0,015	-0,023**	-0,018
γ_0	-0,046*	-0,062	-0,077*	-0,050*	-0,047
γ_1	0,996*	0,994*	0,992*	0,993*	0,996*
γ_2	0,058*	0,078*	0,091*	0,057*	0,047*
φ	0,025*	0,028*	0,019*	0,0211*	0,029*
Ψ	-0,016*	-0,022*	-0,021*	-0,012*	-0,007
ARCH LM(1)	0,08(0,76)	1,25(0,26)	0,34(0,55)	0,14(0,70)	4,49(0,03)

Megjegyzés: ** jelöli az 5%-os szignifikanciaszintet, * a $p < 1\%$ -ra utal. A zárójelben lévő számok a p -értékek.

Forrás: a szerző

6. KONKLÚZIÓ

Ebben a tanulmányban a volatilitás részvény- és devizapiacok közötti átterjedésének dinamikáját kutattuk néhány közép-kelet-európai ország esetében. Ezek a kiválasztott országok Magyarország, Lengyelország, Csehország, Románia és Horvátország voltak. EGARCH-modellt építettünk a válság előtti és utáni devizaárfolyam és részvényárfolyamok vizsgálatára.

Empirikus eredményeink alapján kétirányú volatilitás-továbbgyűrűzés figyelhető meg a részvény- és devizapiacok között Magyarországon a teljes megfigyelési időszakban, Lengyelországban pedig a válság utáni időszakban. Az eredmények továbbá egyirányú átterjedést mutattak a részvényt piac felől a válság előtti Horvátországban, valamint Csehországban a teljes időszakot tekintve. A válság utáni Horvátországban nem találtunk volatilitás-továbbterjedést a két pénzügyi piac között. Ez a tovaggyűrűzési hatás mindegyik országban aszimmetrikus volt. A részvényt piacokról induló volatilitásáatterjedés a válság utáni időszakban csökkent. Az egész megfigyelési időszakot tekintve elmondható, hogy az összes országban megfigyelhető volt a volatilitás tovaggyűrűzése, a devizapiacok felől induló hatások azonban tartósabbak voltak, mint a részvényt piacokról indulók.

Eredményeink több fontos gazdasági és pénzügyi információval szolgálhatnak a gazdasági döntéshozók és a befektetők számára. Először is a nemzetközi portfóliókezelők és fedezeti üzletkötők jobban megérthetik, hogy a vizsgált két pénzügyi piac milyen kapcsolatban áll egymással; előfordulhat, hogy az egyik piac viselkedése jobban előrejelezhető a másik vizsgált piac adatai segítségével. Másrészt az országban belüli részvény-, valamint devizapiac közötti volatilitás-továbbáramlás dinamikájának leírása segítheti a politikai döntéshozókat a gazdasági stabilitás megteremtésében. Végezetül a befektetők számára is érdekesek lehetnek az eredmények a hatékony portfólió összeállításához. Az eredmények felhasználásával kockázatukat csökkenthetik, illetve megtérülésüket növelhetik.

HIVATKOZÁSOK

- AGRAWAL, G. – SRIVASTAV, A. K. – SRIVASTAVA, A. (2010): A Study of Exchange Rates Movement and Stock Market Volatility. *International Journal of Business and Management* 5(12), 62–73, <https://doi.org/10.5539/ijbm.v5i12p62>.
- BEER, F. – HEBEIN, F. (2011): An Assessment of The Stock Market and Exchange Rate Dynamics in Industrialized and Emerging Markets. *International Business Economic Research Journal* 7(8), 59–70, <https://doi.org/10.19030/iber.v7i8.3283>.
- BARUNÍK, J. – KOČENDA, E. – VÁCHA, L. (2016): Asymmetric connectedness on the US stock market: Bad and good volatility spillovers. *Journal of Financial Markets* 27, 55–78, <https://doi.org/10.1016/j.finmar.2015.09.003>.
- ALOU, C. (2007): Price and Volatility Spillovers Between Exchange Rates and Stock indexes for the pre/ and post-Euro period. *Quantitative Finance*, No. 6, 669–685, <https://doi.org/10.1080/14697680701302653>.
- CHOI, D. F. S. – FANG, V. – FU, T. Y. (2010): Volatility Spillovers Between New Zealand Stock Market Returns and Exchange Rate Changes Before and After the 1997. Asian Financial Crisis. *Asian Journal of Finance & Accounting* 1(2), 106–117, <https://doi.org/10.5296/ajfa.v1i2.140>.
- DORNBUSCH, R. – FISCHER, S. (1980): Exchange Rates and The Current Account. *American Economic Review* 70(5), 960–971.
- DICKEY, D. – FULLER, W. (1979): Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association* 74(366a), 427–431, <https://doi.org/10.2307/2286348>; <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>.
- DIEBOLD, F. X. – YILMAZ, K. (2009): Measuring financial asset return and volatility spillovers, with application to global equity markets. *The Economic Journal*, 119(534), 158–171, <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2008.02208.x>.
- DIEBOLD, F. X. – YILMAZ, K. (2012): Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers. *International Journal of Forecasting*, 28(1), 57–66, <https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2011.02.006>.
- DIEBOLD, F. X. – YILMAZ, K. (2014): On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms. *Journal of Econometrics* 182(1), 119–134, <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2014.04.012>.
- FRANKEL, J. A. (1983): Monetary and Portfolio – Balance Models of Exchange Rate Determination. In: BHANDARI, J. S. – PUTNAM, B. H. (eds.): *Economic Interdependence and Flexible Exchange Rates*. Cambridge: MIT Press..
- FEDOROVA, E. J. – SALEEM, K. (2009): Volatility Spillovers Between Stock and Currency Markets: Evidence from Emerging Eastern Europe. *Czech Journal of Economics and Finance* 60(6), 519–533, <https://doi.org/10.2139/ssrn.1460645>.
- JERBAN, K. – IQBAL, A. (2016): Dynamics of Volatility Spillover Between Stock Market and Exchange Market: Evidence from Asian Countries. *Financial Innovation* 2(3), 1–20, <https://doi.org/10.1186/s40854-016-0021-1>.
- KANAS, A. (2000): Volatility Spillovers Between Stock Return and Exchange Rate Changes: International Evidence. *Journal of Business Finance and Accounting* 27(3), 447–467, <https://doi.org/10.1111/1468-5957.00320>.
- MORALES, L. (2008): Volatility Spillovers Between Stock Returns and Foreign Exchange Rates: Evidence from Four Eastern European Countries. In the conference proceedings of the Financial Management Association (FMA) European Conference, 4–6 June 2008, Prague (Czech Republic).

- MISHRA, A. K. – SWAIN, N. – MALHOTRA, D. K. (2007): Volatility Spillover Between Stock and Foreign Exchange Markets: Indian Evidence. *International Journal of Business* 12(3), 343–359.
- MOZUMDER, N. – DE VITA, G. – KYAW, K. – LARKIN, C. (2015): Volatility Spillover Between Stock Prices and Exchange Rates: New Evidence Across the Recent Financial Crisis Period. *Economic Issues* 20(1), 43–64.
- KAMIŞLI, M. – KAMIŞLI, S. – ÖZER, M. (2015): Are Volatility Transmissions Between Stock Market Returns of Central and Eastern European Countries constant or dynamic? Evidence from MGARCH Models. In the conference proceedings of 10th MIBES Conference, 15–17 October 2015, Larisa (Greece), 190–203.
- VALLS, N. – CHULIÁ, H. (2014): Volatility Transmission Between the Stock and Currency Markets in Emerging Asia: The Impact of the Global Financial Crisis. *Research Institute of Applied Economics* 31, 1–26.
- NELSON, D. B. (1991): Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica* 59(2), 347–370, <https://doi.org/10.2307/2938260>.
- NGO THAI HUNG (2017): An Empirical Test on Linkage between Foreign Exchange Market and Stock Market: Evidence from Hungary, Czech Republic, Poland And Romania. *European Scientific Journal* 13(31), 25–38, <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n31p25>.
- OKPARA, G. C. – ODIONYE, J. C. (2012): The Direction of Volatility Spillover between Stock Prices and Exchange Rate: Evidence From Nigeria. *Elixir Finance* 42, 6410–6414.
- QAYYUM, A. – KAMAL, A. R. (2006): Volatility Spillover Between the Stock Market and the Foreign Market in Pakistan. *Pakistan Institute of Development Economics Working Papers* 7, <https://doi.org/10.2139/ssrn.963308>.
- PHILLIPS, P. – PERRON, P. (1988): Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika* 75(2), 335–346, <https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>.
- SEGAL, G. – SHALIASTOVICH, I. – YARON, A. (2015): Good and bad uncertainty: Macroeconomic and financial market implications. *Journal of Financial Economics*, 117(2), 369–397, <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2015.05.004>.
- YANG, S-Y. – DOONG, S-C.: (2004): Price and Volatility Spillovers Between Stock Prices and Exchange Rates: Empirical Evidence from the G-7 Countries. *International Journal of Business and Economics* 3(2), 139–153.