

**Pécsi Tudományegyetem
Közgazdaságtudományi Kar
Regionális Politika és Gazdaságtan Doktori Iskola**

Sokterjedési mintázatok a világgazdaságban

**Az üzleti ciklusok szinkronizáltságának szerkezeti jellemzői és
csatornái**

Doktori értekezés tézisei

Készítette: Hóskics Zita

*Témavezető: Dr. Sebestyén Tamás
habilitált egyetemi docens*

Pécs, 2022

Tartalomjegyzék

1.	Témaválasztás indoklása és a kutatás jelentősége.....	1
2.	A dolgozat céljai, kutatási kérdései és felépítése	2
3.	A kutatás módszertana és forrásai	5
3.1.	Adatok	5
3.2.	Módszertan	7
4.	Az értekezés tudományos eredményei	13
4.1.	A GDP-együtmozgás időbeli változása	13
4.2.	Az üzleti ciklusok szinkronizáltságának alakulása recessziós-periódusok kiszűrésével	16
4.3.	Az országok szerepe a sokkterjedés hálózatában	18
4.4.	A sokkterjedési hálózat csatornái	19
5.	Összegzés	24
	A téziszűzetben felhasznált irodalom.....	29

Absztrakt

Készítette: Iloskics Zita

Témavezető: Dr. Sebestyén Tamás

Cím: Sokkterjedési mintázatok a világ gazdaságban - Az üzleti ciklusok szinkronizáltságának szerkezeti jellemzői és csatornái

A doktori értekezés célja a makrogazdasági sokkok terjedésének vizsgálata a szorosan összekapcsolt, globális gazdasági rendszerben. Az országok közötti többrétegű (export-, import-, tőke-, munkaerőáramlás) gazdasági kapcsolatokon keresztül az egyes országokban végbemenő gazdasági események hatással lehetnek más országok gazdasági eseményire, teljesítményére. A dolgozatban ennek a kapcsolatrendszernek egy speciális aspektusát, az országok kibocsátási idősorainak szinkronizáltságát elemzem, különböző módszerekkel. Egyrészt a GDP növekedési ráták, másrészt a GDP-szintek trendszűrt ciklikus komponensei közötti együttmozgási viszonyokat és oksági kapcsolatokat tárom fel. Az együttmozgást egyrészt a szakirodalomban általánosan alkalmazott korrelációs elemzéssel határozom meg, majd Granger-okság tesztekkel használok, hogy a sokkterjedésről pontosabb képet kapjunk. Az elemzés újdonsága, hogy a mintába vont országok kibocsátási idősorai között feltárt korrelációs és oksági kapcsolatokat, mint hálózati rendszert vizsgálja, nagy hangsúlyt fektetve e hálózat topológiai jellemzőire. Így vizsgálható, hogy az egyes országok milyen pozíciót töltenek be a szinkronizáltsági kapcsolatrendszerben, melyek a szisztematikusan jelenlévő kapcsolatok és mennyiben véletlenszerű vagy éppen aszimmetrikus a hálózat szerkezete. A dolgozatban megvizsgálom, hogy változott-e a kibocsátások idősorainak együttmozgása, az ezek alapján kirajzolódó hálózatok szerkezete az elmúlt fél évszázadban, különös tekintettel a gazdasági válságok időszakaira. Az eredmények a szinkronizáltság erősödését mutatják, főként a 2008-as gazdasági válság idején. Az országok közötti sokkterjedés az okságon alapuló vizsgálatok alapján is felerősödött, struktúrája átalakult. Megmutatom viszont, hogy ez a szerkezeti átalakulás nem a gazdasági válságok következménye, ugyanis a szerkezeti tulajdonságok nem változnak jelentős mértékben, ha az elemzésben a válságperiódusokat figyelmen kívül hagyom. A topológiai elemzések segítségével arra is rámutatok, hogy a szinkronizáltság mögötti oksági szerkezet nem véletlenszerű, vagyis előrejelezhető, hogy mely országok között alakul ki nagyobb valószínűséggel sokkterjedés. Végül a kereskedelmi nyitottság és a sokkterjedési hálózat kapcsolatát vizsgálom meg. A felépített ökonometriai modell alapján azt állapítom meg, hogy a kereskedelmi nyitottság hozzájárul az üzleti ciklusok szinkronizáltságának erősödéséhez, a sokkterjedéshez.

Tárgyszavak: gazdasági válságok, üzleti ciklusok szinkronizáltsága, korrelációs hálózat, Granger-okság, sokkterjedés, hálózatelemzés, hálózati szerkezet, kereskedelmi nyitottság

1. Témaválasztás indoklása és a kutatás jelentősége

A makroökonómiai jelenségek országok közötti terjedésének vizsgálata a 2008-as pénzügyi összeomlást követően felértékelődött a közgazdasági szakirodalomban. A doktori értekezés az elmúlt fél évszázad gazdasági válságainak szakirodalmához, különösen a 2008-as gazdasági válság terjedésének feltérképezéséhez járul hozzá. A gazdasági válság egy nehezen meghatározható, komplex jelenség, így a közgazdaságtan sem alkalmaz egységes definíciót. Általában akkor beszélhetünk válságokról, amikor a gazdaságot olyan külső vagy belső zavarok érik, amelyek tartósan, negatívan befolyásolják működését. Külső zavaroknak nevezhetjük a háborúkat, járványokat, amelyek közvetlenül nem a gazdaságra irányulnak, azonban hatásai gyorsan és jelentős mértékben a gazdaságot is befolyásolják. Napjainkban a COVID-19 világjárvány következményeképpen ismét az érdeklődés középpontjába került a sokkok terjedésének elemzése, a makroökonómiai hatásainak feltérképezése (Alber, 2020; Banerjee & Majumdar, 2020; Inoue & Todo, 2020).

Ezzel szemben belső zavar, amikor közvetlenül a gazdaságra ható tényező, például a termelés vagy a fogyasztás hirtelen nagymértékű változása megy végbe. A válság kiterjedtsége is nagyon eltérő lehet, amennyiben a recesszió relatív kevés szereplőt, országot érint, lokális (helyi) válságokról beszélünk, ha azonban számos országára kiterjed – ahogy a 2008-as gazdasági összeomlás, vagy a Covid-19 járvány gazdasági hatásai –, világgazdasági válságként, globális recesszióként tartjuk számon. A globalizáció, a világgazdaság integráltságának növekedése a világgazdasági rendszer növekvő összetettségéhez vezet. Ez a szoros összekapcsoltság azonban a sebezhetőség növekedésével jár, a komplex rendszerek részeinek meghibásodása lavinaszerű összeomlásokhoz vezethet (Barabási, 2016).

A komplex rendszerek részei közötti kapcsolatokat a napjainkra önálló, interdiszciplináris tudományterületté fejlődött hálózatelmélet vizsgálja. Új szemléletmódjával számos tudományterületet (fizika, kémia, biológia, társadalomtudományok) egészít ki. Népszerűsége részben Barabási Albert-László kutatásainak is köszönhető, amelyekben rávilágít, hogy a bennünket alkotó, és körülöttünk lévő kapcsolatrendszerek kialakulása, felépítése és működése hasonló módon írható le. A hálózatok leírása azonban Barabási és Albert (1999) szerint éppen komplexitásuk következtében kihívásokkal teli feladat, hiszen a topológiai adatok csak néhány esetben érhetők el.

A 2008-as válságot követően a közgazdasági irodalom is egyre nagyobb figyelmet fordított a gazdaság, mint komplex rendszer elemzésére. Faggini és szerzőtársai (2019) szerint a 2008-as válság legfontosabb tanulsága, hogy a világ sokkal összetettebb, mint ahogy a legtöbben elképzeljük, és ahogy a legtöbb gazdasági modell leírja. A gazdasági folyamatok, a sokkterjedés

megértéséhez nemcsak fontos, hanem elengedhetetlen figyelembe venni a különböző kapcsolatok rendszerét.

Farmer és Foley (2009) szerint a holisztikus modellek képesek kiegészíteni a közgazdasági modelleket. A szerzők az ökonometriai modellek és a dinamikus sztochasztikus általános egyensúlyi (DSGE) modellekkel szemben a következő hiányosságokat fogalmazták meg. Az ökonometriai modellek, a múltbeli adatokon alapuló előrejelzések pontatlanná válhatnak a gazdasági válságokhoz hasonló nagyobb változások hatására, a DSGE modellek pedig a válságjelenségeket nem veszik figyelembe. Ezeket a hiányosságokat Farmer és Foley (2009) szerint a komplex rendszerek részei közötti interakciók vizsgálata pótolhatja.

A doktori értekezés hozzájárul a nemzetgazdaságok közötti makroökonómiai jelenségek terjedésének vizsgálatához, az országok közötti interakciókat térképezi fel ökonometriai módszereken alapuló hálózatok elemzésével.

2. A dolgozat céljai, kutatási kérdései és felépítése

A 2008-as pénzügyi összeomlás a korábbi válságokhoz képest gyorsabban söpörte végig a nemzetközi piacot. A pénzügyi piacok integrációja növekedett, a világgazdaság országainak kapcsolatrendszere a globalizáció hatására egyre összetettebbé vált, így komplex hálózatként elemezhető. A szorosan összekapcsolt rendszerek egyrészt hozzájárulnak a sokkokkal szembeni ellenállóképesség növekedéséhez, másrészt azonban, éppen a szoros kapcsoltság miatt, gyorsabb terjedést tesznek lehetővé, így sérülékenyebbé is válnak a célzott támadások, illetve az erős sokkok esetében.

A sokkokra adott reakciót nagymértékben befolyásolja, hogy milyen az országok közötti kapcsolatok szerkezete, valamint az is, hogy a sokkterjedés következtében a gazdaságban eloszlanak-e a veszteségek, vagy felhalmozódnak, ezáltal gazdasági összeomláshoz vezethetnek. Az egyes országok belső hibatűrési kapacitása mellett tehát fontos megvizsgálni, hogy a sokkhatások milyen módon és csatornákon terjednek a világgazdaság országai között.

Ennek fényében a doktori értekezésben *az első kutatási kérdés, hogy növekedett-e a gazdasági idősorok integráltsága az elmúlt fél évszázadban.* A szakirodalomban ugyanis nem született konszenzus a gazdasági idősorok szinkronizációjának időbeli változásával kapcsolatosan. A dolgozatban Doyle és Faust (2002), valamint a további üzleti ciklusok együttmozgását vizsgáló tanulmányok főbb eredményeit (Baxter & Kouparitsas, 2005; Blonigen et al, 2014; Inklaar et al, 2008; Kose & Yi, 2006) egészíttem ki, hálózatelemzési módszerek felhasználásával, Gomez és társai (2012), Diebold és Yilmaz (2013), valamint Antonakakis és társai (2016) elemzéseihez hasonlóan.

A sokkok országok közötti terjedésének vizsgálatát azonban a korrelációs elemzésnél finomabb, oksági kapcsolatok feltárásán alapuló módszerekkel egészítem ki, hasonlóan Sander és Kleimer (2003), valamint Selover (2004) elemzéseéhez. Utóbbiakhoz képest azonban újdonsága a dolgozatnak, hogy szélesebb, több országot lefedő mintát vettem alapul, valamint a terjedési hálózatok szerkezetének hálózatelméleti, topológiai vizsgálatával egészítem ki az elemzést. A disszertációban tárgyalt *második kutatási kérdés, hogy változott-e a sokkok terjedésének szerkezete a világgazdaságban és ha igen, milyen minták mentén*. Ezzel Doyle és Faust (2002) további feltevései is középpontba kerülnek. Amennyiben változott az országok kapcsolatrendszerének szerkezete, az alátámasztja, hogy az üzleti ciklusok szinkronizáltságának növekedését az integráció okozza sokkterjedést elősegítő szerepével.

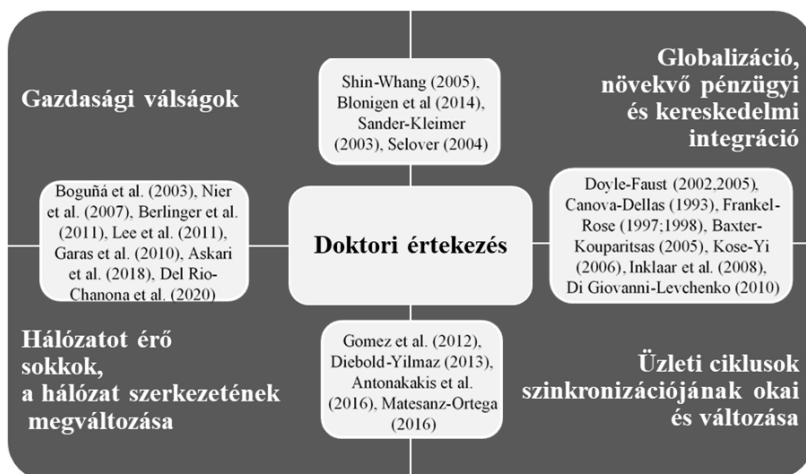
Szemben azokkal a tanulmányokkal, amelyek korreláción vagy oksági kapcsolatokon keresztül vizsgálják a sokkterjedést, a dolgozatban az e kapcsolatokból felírható hálózati szerkezet topológiai tulajdonságaira helyezem a hangsúlyt, hasonlóan Matesanz és Ortega (2016) munkájához. A szerzők 1950 és 2013 között vizsgálták meg az európai országok GDP adataiból felírható hálózat topológiáját. A korrelációs és oksági kapcsolatok időbeli változásait Diebold és Yilmaz (2013) és Gomez és szerzőtársai (2012) tanulmányában is alkalmazott gördülő időablakos módszerrel elemezték annak érdekében, hogy az Európai Unió közös monetáris politikájának hatékonyságát értékeljék. Az euró bevezetését követően nem állapítható meg jelentős változás az üzleti ciklusok szinkronizációjában, azonban a 2008-as pénzügyi válság során szerkezeti átalakulásokat figyeltek meg.

A doktori értekezés is követi ezt a dinamikus megközelítést az országok szélesebb körét vizsgálva, kiemelve a gazdasági válságok hálózati struktúrára gyakorolt hatásait. A dolgozatban további hálózati tulajdonságok elemzésével segítem ennek feltérképezését. A megfigyelt hálózatok időbeli alakulásának összevetése a különböző referenciahálózatok időbeli változásával megválaszolja, hogy véletlenszerűen alakult-e át a hálózat szerkezete a gazdasági válság hatására.

Végül Canova és Dellas (1993), Frankel és Rose (1998), Shin és Wang (2005), Baxter és Kouparitsas (2005), Blonigen és szerzőtársai (2014), Inklaar és szerzőtársai (2008), Kose és Yi, (2006) gondolatai alapján az üzleti ciklusok együttmozgását befolyásoló tényezőket, elsősorban *az országok kereskedelmi nyitottságának hatásait vizsgálom meg* újra. A korábbi irodalmakkal ellentétben az elemzés azonban nem korrelációs koefficienssek kiszámítására, hanem az üzleti ciklusok adatain alapuló Granger-okság tesztekkel felépített hálózatok kapcsolatainak vizsgálatára (a kereskedelmi nyitottságra) épít logisztikus panelregresszió segítségével. Az elemzés kiterjed az országok közötti GDP együttmozgás becslésére, majd az eredményeket összevetve a hálózatok robusztusságát teszteli.

A doktori értekezés tehát széleskörű, a gazdasági idősorok együttmozgását vizsgáló tanulmányokon alapul. Ezek a tanulmányok a dolgozatban is feltett kérdések egyes részeit kutatják. Az értekezés újdonságát azonban az adja, hogy ezeket a kérdéseket integráltan vizsgálom. Az üzleti ciklusok együttmozgását a hagyományostól eltérően Granger-okság teszt segítségével térképezem fel, emellett a gazdasági válságok terjedése kerül a fókuszba, mindezt holisztikus elemzés keretein belül, hálózatelemzéssel. Így a kereskedelmi integráció hatásainak vizsgálata nem közvetlenül, az üzleti ciklusok együttmozgásán, hanem egy oksági kapcsolatokon alapuló hálózaton történik. Az 1. ábra bemutatja a doktori értekezésben előforduló legfontosabb témakörök közötti kapcsolatokat továbbá rámutat a dolgozat szakirodalomban betöltött szerepére.

1. ábra: A doktori értekezés szakirodalomban betöltött szerepe



Forrás: saját szerkesztés.

A dolgozat felépítése a következő. A bevezetést követően a 2. fejezetben összefoglalom a kutatáshoz kapcsolódó három legfontosabb szakirodalmi irányt. Bemutatok néhány jelentős gazdasági összeomlást, amelyek közül a dolgozatban vizsgált válságokat részletesebben kiemelem. Összegzem a gazdasági integrációval, globalizációval kapcsolatos szakirodalmakat, amelyek alátámasztják a világgazdaság komplexitásának növekedését. Ezt követően a komplex rendszerek részeit vizsgáló hálózatelmélet széleskörű közgazdasági alkalmazásainak lehetőségeit ismertetem. A fejezet végén a dolgozat szakirodalomban betöltött szerepét, továbbá a vizsgált kutatási kérdéseket mutatom be.

A 3. fejezetben az üzleti ciklusok szinkronizációjának változásait vizsgálom meg. Elsőként a 3.1. alfejezetben bemutatom a felhasznált idősoros adatokat és a dolgozatban alkalmazott módszertant. Ezt követően az empirikus adatokon alapuló hálózatok felépítése következik. Egyrészt az országok GDP növekedésének együttmozgását térképezem fel két különböző ökonometriai módszerrel, korreláció és Granger-okság teszteléssel. Az időablakok alkalmazása lehetővé teszi az idősorok szinkronizáltságának vizsgálatát, időbeli alakulását, ezáltal a gazdasági válságok során végbemenő esetleges topológiai eltérések feltárását. Másrészt az országok trendszűrt GDP szintjeinek szinkronizáltságát vizsgálom meg Granger-okság teszt segítségével. A különböző módszerekkel kapott hálózatok csúcsai a világgazdaság országai, amelyek között a kapcsolatokat tehát a különböző gazdasági idősorok szinkronizáltsága határozza meg. A 3.2. fejezetben az így kapott hálózatok szerkezeti változásait térképezem fel 1960 és 2019 között, különös tekintettel figyelembe véve a vizsgált időszak során bekövetkezett recessziók hatásait.

A 3.3. alfejezetben bemutatok egy módszert, amely segítségével a vizsgált gazdasági válságok kiszűrhetők az idősorokból. Az így felépített hálózatok elemzéseivel egészítem ki a korábban kapott eredményeket, illetve ellenőrzöm azok robusztusságát, valamint megvizsgálom a sokkterjedési kapcsolatok dinamikáját.

Ezt követően a 3.4. alfejezetben egy rövidebb idősoron, de az országok szélesebb körének lefedésével a korábbiakhoz hasonló topológiai elemzéseket mutatok be, azonban a lokális hálózatelemzési mutatókra fókuszálok, annak érdekében, hogy az országok sokkterjedésben betöltött szerepét vizsgáljam.

A dolgozat 4.4. fejezetében a bemutatott hálózatok kapcsolatainak kialakulását, az idősorok szinkronizáltságának alakulását vizsgálom. Külkereskedelmi volumen adatokból képezett nyitottság mutatókkal, logisztikus panelökonometriai modellek alkalmazásával becslöm az országok közötti sokkterjedést.

Végül az 5. fejezetben összegzem a doktori értekezés legfőbb eredményeit, megválaszolom a kutatási kérdéseket.

3. A kutatás módszertana és forrásai

Ebben a fejezetben bemutatom a doktori értekezésben felhasznált adatokat, majd röviden összegezem a felhasznált módszereket.

3.1. Adatok

Az országok közötti makrogazdasági szinkronizáció vizsgálata negyedéves, szezonálisan kiigazított GDP növekedési adatok felhasználásán alapul, amelyek a korábbi negyedévhez képest százalékos változásban az OECD

adatbázisában állnak rendelkezésre. Az OECD országok adatszolgáltatása az SNA (Nemzeti Számlák Rendszere) alapján történik, így az országok növekedési rátái összehasonlíthatók egymással. Az adatok földrajzi lefedettsége, azaz a mintába vont országok száma és a vizsgált idősor hossza között fennálló, hiányzó adatok mennyiségéből adódó trade-off miatt az OECD adatbázisa két - hiányzó adatot nem tartalmazó - adatbázisra szűkíthető, amelyek a dolgozatban különböző elemzésekre használhatók fel.

Az első adatbázis egy hosszabb időszakot, de ezáltal kevesebb országot fed le (a továbbiakban: hosszú idősor). A gazdasági idősorok szinkronizáltságának elemzésekor a dolgozatban a mintába vont országok kiválasztásakor az egyik legfőbb szempont, hogy az országok kibocsátási adatai a lehető leghosszabb időszakra álljanak rendelkezésre. 1961 második negyedéve és 2019 harmadik negyedéve között 25 országra érhetők el az adatok: Amerikai Egyesült Államok, Ausztrália, Ausztria, Belgium, Dánia, Dél-afrikai Köztársaság, Dél-Korea, Egyesült Királyság, Finnország, Franciaország, Görögország, Hollandia, Írország, Izland, Japán, Kanada, Luxemburg, Mexikó, Németország, Norvégia, Olaszország, Portugália, Spanyolország, Svájc, Svédország. Az első adatbázist tehát 25 ország alkotja, és országonként 234 megfigyelésből (GDP növekedési adatból) áll.

A második adatbázis rövidebb időszakot, azonban több országot fed le (a továbbiakban: rövid idősor). Ebben az esetben az országok kiválasztásában a legfőbb szempont az volt, hogy a lehető legtöbb országot tartalmazó hálózat topológiai elemzése készüljön el, azonban továbbra is elegendő legyen a megfigyelések száma az egyes időablakokban a Granger-okság tesztelésére. 1996 harmadik negyedéve és 2019 harmadik negyedéve között 42 ország (országonként 93 megfigyelés) GDP növekedési adatai érhetők el. Argentína, Bulgária, Brazília, Chile, Csehország, Észtország, Magyarország, Indonézia, India, Izrael, Litvánia, Lettország, Új-Zéland, Lengyelország, Románia, Szlovákia és Szlovénia került a rövidebb időszakot lefedő mintába a korábbi 25 ország mellett. Annak ellenére, hogy a rövidebb idősorba került országok is csak egy részhalmaza a világgazdaság országainak, erre a mintára már várhatóan kevésbé jellemző a korábban említett torzítás, ugyanis fejlődő országok is bekerültek a vizsgált országok körébe.

A GDP növekedési ütemek idősorainak szinkronizációja mellett a trendszűrt GDP idősorok ciklikus komponenseinek együttmozgását is vizsgálja a dolgozat. A ciklikus komponenseken alapuló vizsgálatokat részben az is motiválja, hogy a növekedési ráták esetén a válságperiódusokban a növekedési ütemek szimultán és nagy mértékű bezuhanása miatt várhatóan természetesen megugrik az együttmozgás. A trendekhez igazított ciklikus komponensek vizsgálatával ez részben ellensúlyozható. A GDP szintet reprodukáló idősorból Canova és Dellas, (1993); Frankel és Rose (1997; 1998); Kose és Yi; (2006) tanulmányához

hasonlóan a dolgozatban az üzleti ciklusok meghatározásához, a GDP adatok trendszűréséhez Hodrick-Prescott (HP) szűrőt alkalmaztam.

Annak érdekében, hogy a különböző módszerekkel felépített hálózatok topológiai elemzését követően, az országok közötti sokkterjedési hálózatok kapcsolatait egymás iránti kereskedelmi nyitottságukkal magyarázzuk, további adatokra van szükség. A panel-regresszió során az elemzés megfigyelési egységei az ország-párok, amelyek a rövid idősoron alapulnak. A kereskedelmi nyitottság meghatározásához az UN Comtrade bilaterális export és import adataival egészítettem ki a felhasznált adatbázist. Annak érdekében, hogy a korábbi, 52 negyedéves időszakra számított oksági kapcsolattal összhangba kerüljenek a külkereskedelmi adatok, az adott időszakra vonatkozó adatokat ország-páronként átlagoltam.

3.2. Módszertan

A doktori értekezésben az országok gazdasági hálózatokként történő leírásához kapcsolati mátrixokat alkalmazok. A hálózatok csúcsait és éleit, a csúcsok és élek közötti leképezést, az információt, a hálózat topológiáját a kapcsolati mátrix sűrítési matematikailag jól kezelhető formátumba, ezért a kapcsolati mátrixok elemeinek meghatározása az első lépés. Az \mathbf{A} kapcsolati mátrix általános a_{ij} eleme azt mutatja meg, hogy az i és j csúcsok között létezik-e kapcsolat. A kapcsolati mátrix elemei ebben az esetben binárisok, értékük 0 vagy 1. Az a_{ij} elemek meghatározása két módszerrel, a korreláció és a Granger-okság tesztelésével történik.

A számítások kiindulópontját a mintába vont országok negyedéves GDP növekedési ütemének idősorai adják, majd a mintába vont országok negyedéves GDP szintjeinek trendszűrését követő ciklikus komponensek. A pénzügyi idősorok, valamint az üzleti ciklusok együttmozgásának változásait vizsgáló szakirodalomban is alkalmazott módon (Diebold & Yilmaz, 2013; Gomez et al, 2012) gördülő időablakokat alkalmazok az elemzések során.

A nyers GDP növekedési adatokból és a ciklikus komponensekből többféle módszerrel építem fel az országok hálózatát leíró kapcsolati mátrixokat. Elsőként a Pearson-féle korrelációs együtthatók módszerét alkalmazom, ami a vektorpárok közötti együttmozgás vizsgálatának standard módszere. A kapcsolati mátrix a_{ij} elemeinek meghatározásához kiszámítottam a korrelációs együtthatókat az országpárok esetében. Annak érdekében, hogy a korrelációs eredmények összevethetők legyenek a későbbiekben alkalmazott Granger-okság tesztelésen alapuló eredményekkel, a korrelációs együttható kiszámítása során egy periódusos késleltetést alkalmaztam. Amennyiben adott országpár idősorai között pozitív, szignifikáns korreláció állapítható meg, a kapcsolati mátrix eleme 1 lesz, azaz az országpár között kapcsolat van. Negatív, vagy nem szignifikáns

korreláció esetén a kapcsolati mátrix értéke 0, a két ország közötti (pozitív) korrelációs kapcsolat nem létezik. Az időbeli késleltetés okán a kapcsolati mátrixok aszimmetrikusak, így a felírt hálózatok irányítottak, ami ebben az esetben azt jelenti, hogy ha i ország és j ország növekedési rátái között van késleltetett kapcsolat az adott t időablakban, az nem jelenti automatikusan, hogy j ország és i ország növekedési rátái között is létezik késleltetett kapcsolat ugyanebben a t időablakban.

A korrelációs elemzés első közelítésben ugyan jó mutatója az idősorok szinkronizáltságának, azonban arra a kérdésre nem válaszol, hogy i ország növekedése befolyásolja-e j ország növekedését. Az ok-okozati összefüggések feltárásához, a makroökonómiai jelenségek terjedésének feltérképezéséhez az ökonometriában elterjedt páronkénti Granger-okság tesztet alkalmazom, hogy meghatározzam a kapcsolati mátrixok elemeit. Ebben az esetben i és j országok között akkor feltételezek kapcsolatot, ha i ország GDP növekedése vagy ciklikus komponense Granger-oka j ország GDP növekedésének vagy ciklikus komponensének. A korreláción alapuló hálózathoz hasonlóan, a Granger-okságon alapuló kapcsolati mátrixok is aszimmetrikusak, így a létrehozott hálózatok is irányítottak, azaz, az országok egymásra gyakorolt gazdasági hatásai nem feltétlenül kölcsönösek.

A páronkénti Granger-okság teszt alkalmazásának feltétele az idősorok stacionaritásának teljesülése. A stacionaritás tesztelésére az Augmented Dickey-Fuller (ADF) tesztet és a Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS) tesztet végeztem el. A páronkénti Granger-okság tesztet a dolgozatban azonban nemcsak a teljes időszakon, hanem részmintákon, minden vizsgált időablakon el kell végezni, így a stacionaritást is tesztelni kell mindhárom adatbázis minden időablakára. A tesztek alapján elsősorban Görögország, Spanyolország, Írország, Mexikó és Japán esetében található nem-stacioner időablakok, az időszakok között pedig a 2008-as válság körüli néhány részmintától eltekintve, ahol a GDP növekedés meredeken visszaesett, nincs olyan, amelyre jellemzőbb a stacionaritás hiánya, így az eredmények egységessége érdekében nem szükséges további átalakítás a nem stacioner időablakokon.

A gazdasági válságok hálózati szerkezetre gyakorolt hatásainak feltérképezéséhez azonosítani szükséges az elmúlt fél évszázad gazdasági válságainak időszakait. Két módszerrel határoltam be a válságperiódusokat. Elsősorban a szakirodalmi ajánlásokat követtem, azonban néhány válság esetében nem található konkrét, negyedévre vonatkozó válság kezdetét jelző egységes időpont. Ezekben az esetekben a GDP növekedési adatok csökkenésének kezdetét vettem figyelembe. Azok az időablakok tehát, amelyekbe az egyes válságok kezdeti időpontjai már beletartoznak, válság alatti időablakoknak számítanak az elemzések során.

A hálózatok topológiájának feltérképezése érdekében a dolgozatban az országok közötti kapcsolatokat, a sokkterjedés potenciális szerkezeti

változásait vizsgálom meg. Ehhez különböző hálózateméleti mutatókat alkalmazok. A hálózateméleti mutatók két fő csoportba sorolhatók az alapján, hogy a hálózat adott csúcsának (lokális hálózateméleti mutató), vagy a teljes hálózatnak (globális hálózateméleti mutató) a tulajdonságát írják le. Másképpen fogalmazva, a lokális mutatók a részek (a hálózat részeinek) egészben (a teljes hálózatban) betöltött szerepét vizsgálják, míg a globális mutatók holisztikusabbak, a hálózat csúcsaira vonatkozó átlagos tulajdonságokat ragadják meg, amelyek segítségével a teljes kapcsolati rendszer és annak változásai írhatók le. A dolgozatban elsősorban a globális hálózateméleti mutatók kerülnek előtérbe, ugyanis a fókusz a topológiai elemzésen, a hálózat topológiájának változásán van. Ezzel szemben néhány lokális mutatón alapuló elemzésre is sor kerül, amelyek segítségével egy-egy ország hálózatban betöltött szerepét lehet megvizsgálni.

A legalapvetőbb globális hálózati tulajdonság a hálózat mérete, amely a csúcsok számosságát jelenti, ez a dolgozatban a mintánkban szereplő országok száma, tehát 25 vagy 42. A következő standard hálózateméleti mutató a csúcsok fokszáma, amely megmutatja, hogy egy adott csúcs hány éllel rendelkezik. A csúcsok fokszáma tehát lokális mutató, amely azonban számos globális mutató alapját képezi. Például a dolgozatban megvizsgálom a fokszámeloszlás ferdeségét az esetleges aszimmetria feltárása érdekében. Mivel a skálafüggetlen hálózatokat leíró hatványfüggvény-eloszlás aszimmetrikus, pozitív ferdeségű, ezért a hálózatok fokszámeloszlásának vizsgálata által közelebb kerülhetünk a skálafüggetlenség megállapításához. Amennyiben az általunk vizsgált hálózat pozitív ferdeségű, úgy a skálafüggetlen hálózathoz hasonló szerkezeti tulajdonságokkal rendelkezik.

Továbbá a lokális fokszám mutató aggregálható az átlagos fokszám számításával, amely megmutatja, hogy átlagosan mennyi éllel rendelkezik egy csúcs a hálózatban (Barabási, 2016). A dolgozatban vizsgált hálózatok irányítottak, ez azt jelenti, hogy a „be-fokszámokat”, amelyek az adott csúcs irányába mutatnak, valamint a „ki-fokszámokat”, amelyek a csúcs irányából egy másik csúcs felé mutatnak érdemes külön-külön is megvizsgálni a lokális elemzések során. Bár a kétféle lokális fokszám között akár jelentős eltérés is lehet, globálisan, az átlagos fokszámot vizsgálva ez a különbség eltűnik - mivel ami az egyik csúcs esetében ki-fok, az egy másik csúcs esetében be-fok -, tehát végső soron itt is az élek átlagos számát kapjuk.

Az átlagos fokszám normalizált változata a hálózat sűrűsége, amely megmutatja, hogy a csúcsok közötti maximális lehetséges kapcsolatból arányaiban mennyi van ténylegesen jelen. A sűrűség 0 és 1 közötti értékeket vehet fel (előbbi esetben a hálózat üres, utóbbiban teljes), és változásából következtethetünk a vizsgálatba vont országok közötti GDP-együttmozgás kiterjedtségére, az üzleti ciklusok szinkronizáltságára. Feltehetően egy válságperiódusban a csúcsok átlagos fokszáma/sűrűsége magasabb lesz,

hiszen globális gazdasági válságok esetén az érintett országok GDP-növekedése egyszerre lelassulhat, vagy negatívvá válhat.

A dolgozatban használt következő hálózati mutató a csúcscok közötti legrövidebb út hossza. A kapcsolati mátrix ismeretében pl. Dijkstra (1959) algoritmussal számítható a legrövidebb út minden i és j csúcs között, amely a két csúcsot összekötő élsorozatok közül a legrövidebbnek a hossza. A csúcs-párokra vonatkozó mutatóból egyszerű átlagolással kapjuk az átlagos elérési utat, amely a hálózat csúcsai közötti tipikus távolságot mutatja meg (Barabási, 2016).

Amíg a sűrűség jól megragadja az összekapcsoltság mértékét, hogy a potenciális kapcsolatokból hány tényleges kapcsolat figyelhető meg, addig az átlagos elérési út mutatója ezt egészíti ki azzal az információval, hogy a meglévő kapcsolatok hogyan helyezkednek el, milyen hálózati szerkezetet alakítanak ki. Egy adott sűrűségű hálózat elképzelhető úgy is, hogy az országok lánc-szerűen kapcsolódnak egymáshoz, vagy egy országhoz kapcsolódnak az összes meglévő kapcsolat. A kiszámolt elérési út mutató interpretációját segíti, ha össze tudjuk hasonlítani olyan (azonos méretű és sűrűségű) referenciahálózatok átlagos elérési útjaival, amelyek szerkezetét ismerjük.

Hasonló szerepe van a hálózatok topológiai elemzésében a hálózat csúcsainak lokális környezetét leíró klaszterezettségi együtthatónak, amelyet (Barabási, 2016) alapján mutatunk be. A lokális klaszterezettségi együttható megmutatja, hogy egy adott csúcs közvetlen szomszédjai a hálózatban milyen sűrűn kapcsolódnak egymással, azaz mennyi él található közöttük az elképzelhető maximálishoz képest. Az így számolható lokális klaszterezettségi mutatók átlagaként adódik az átlagos klaszterezettség, amely azt mutatja meg, hogy mennyire jellemző a hálózatra a zárt lokális csoportok jelenléte (Barabási, 2016). Amennyiben a mutató magas értéket vesz fel, az azt jelenti, hogy léteznek olyan országcsoportok, amelyekben belül a sokkok terjedése gyorsabb az erősebb összekapcsoltság miatt. Alacsony érték esetén ez a fajta csoportosulás nem jellemző, a hálózat véletlenszerűbb tulajdonságokkal bír.

A hálózat modularitása azt mutatja meg, hogy milyen mértékben oszthatók fel a hálózat csúcsai olyan csoportokra/modulokra, amelyek nagyobb belső sűrűséggel rendelkeznek, mint a hálózat átlagos sűrűsége. A módszer a hálózatok kapcsolati irányát nem veszi figyelembe, így a dolgozat hálózatainak irányított kapcsolatait irányítatlanná alakítjuk a kapcsolati mátrixok szimmetrikussá alakításával.

Az aggregált, teljes hálózatra jellemző mércék mellett a lokális, egy-egy csúcsra jellemző mutatószámok közül is érdemes megvizsgálni néhányat. A keresztmetszeti (egy időablakra vonatkozó) és az időbeli elemzés együttesen túl komplex, nehezen átlátható volna, így a dolgozatban az ilyen esetekben az idődimenzió redukálása szükséges valamilyen módon. A hosszú

idősor esetében például az elemzéseket hosszabb időszakokra átlagolva végeztem el. Mivel a 2008-as válság kezdeti időpontja egy cezúra az időszakok között, így az időszakok átlagolásával összehasonlíthatók a válság előtti és a válság alatti (2008-as válságot tartalmazó időablakok) hálózatok.

A modularitás vizsgálatához hasonlóan, szintén a válság előtti és válság utáni időszakokra megvizsgáltam a hálózatok maximális költségű feszítőfáit. A módszer segítséget nyújt a hálózati szerkezetek vizuális feltérképezésében. A dolgozatban azonban a legfontosabb kapcsolatok vizsgálata a cél, ezért a standard eljárást – a minimális költségű feszítőfát - az élek súlyainak reciprokára alkalmazom, így a hálózat maximális költségű feszítőfáját kapjuk eredményül.

A dolgozat a rövid időszak topológiai tulajdonságai mellett a hálózati dinamikába is betekintést nyújt. Ehhez két eltérő módszertani megközelítés segítségével a vizsgált időszakban az országpárok kapcsolatainak fejlődését térképezem fel.

Az első a kapcsolatok stabilitásának vizsgálata. Ebben az esetben a sokterjedés hálózatban az országok közötti kapcsolatok négy típusát különböztethetjük meg: a korábban nem létező kapcsolat létrejön, egy korábban létező kapcsolat megszűnik, egy kapcsolat fennmarad, illetve a kapcsolat stabilan nem létezik, azaz egyik időszakban sem kapcsolódik az országpár. Az alapján, hogy a négy kapcsolati típus milyen arányban oszlik meg valamennyi időablakban a kapcsolatok stabilitására következtethetünk, amely árnyalja a hálózatra vonatkozó sűrűség eredményeit is.

A második módszer a kapcsolatok szisztematikus létezésének vizsgálata. Ehhez az adott országpár kapcsolatait a vizsgált időablakok során egy-egy nullákból és egyesekből álló vektor írja le, amelyek kapcsolati mátrixok segítségével állíthatók elő. Az így kapott számsorozatra a Wald-Wolfowitz-féle (1940) széria próba alkalmazható, amely segítségével megállapítható, hogy az országpárok közötti kapcsolatok, azaz a sokterjedés random vagy szisztematikus.

Az értekezés egyik fő kutatási kérdése, hogy a vizsgált sokterjedési hálózatok topológiai jellemzői hogyan viszonyulnak különböző referencia-hálózatokhoz. A referencia-hálózatok alkalmazása nemcsak a dolgozat kutatási kérdése miatt fontos, de a hálózatelméleti mutatók interpretációja során is elengedhetetlen. Bár a bemutatott mutatók egy része, például a sűrűség, önmagában is jól értelmezhető, számos esetben, például az átlagos elérési út vagy a klaszterezettség kiszámítása mellett fontos az eredmények valamilyen referencia-hálózathoz történő viszonyítása.

A hálózatelemzés egyik standard referenciapontja az Erdős és Rényi (1959) által bemutatott véletlen gráf modell (ER). A szokásos eljárás szerint a megfigyelt hálózat valamely indikátorát egy azonos méretű és sűrűségű véletlen hálózat azonos indikátorához viszonyítom. Jelen esetben, amennyiben valamennyi időablakra generálok 1000 Erdős-Rényi féle

véletlen hálózatot az adott időablakra megfigyelt sűrűséggel, akkor az 1000 véletlen hálózatra kiszámolt hálózatelméleti mutatók átlaga összehasonlítható az adott időszakban megfigyelt mutatók értékeivel. A random hálózatok átlagos értéke mellett az 5. és a 95. percentilisek megmutatják, hogy a megfigyelt hálózat szignifikánsan eltér-e a véletlen hálózattól. Amennyiben a megfigyelt hálózat adott mutatójának értéke a véletlen hálózat értékeinek 5. és 95. percentilisein kívül esik, akkor szignifikáns eltérést állapíthatunk meg.

Azt követően, hogy a hálózatelemzési mutatók segítségével megvizsgálom a különböző módszerekkel felépített sokkterjedési hálózatokat, a dolgozat *4. fejezetében* arra a kérdésre keresem a választ, hogy az országok közötti gazdasági kapcsolatok hogyan alakítják a sokkok átadását a világgazdaságban, hogyan formálják a sokkterjedési hálózatot.

Az elemzés a korábbi eredményeken alapul, azaz a sokkterjedést az üzleti ciklusok közötti Granger-okság kapcsolatok detektálásával ragadja meg. Az OECD országok (kivéve Törökországot), valamint Bulgária és Románia 1996 és 2019 közötti kibocsátási adatain (a rövid idősoron) alapulnak. A sokkterjedést mérő GDP együttmozgás hálózatok 42 egymást átfedő időablakra (időablakonként 52 megfigyelés) állnak rendelkezésre. Az időablakok alkalmazása lehetőséget nyújt a sokkterjedési hálózatok időbeliségének vizsgálatára is.

A két vizsgált bináris eredményváltozó egyrészt a Granger-okság hálózat, másrészt a HP Granger-okság hálózat kapcsolati elemeiből áll. Ehhez a hálózatokat először kapcsolati listává szükséges alakítani, amelyben az országpárok egyedi azonosítóval rendelkeznek az egyedhatás azonosíthatósága érdekében, így a bináris kapcsolatok már bináris eredmény változóként alkalmazhatók. Annak érdekében, hogy a sokkterjedési hálózatok keresztmetszeti dimenziója mellett azok idődimenzióját is figyelembe tudjam venni, logisztikus panel modellt alkalmaztam. Egyrészt, mert a sokkterjedési hálózatok súlyozatlanok, csupán a kapcsolatok létezését vagy hiányát adják meg. Amennyiben tehát eredmény változóként szerepelnek a modellben, bináris modellspecifikációt szükséges alkalmazni. Az egyik leggyakrabban alkalmazott bináris regresszió a logisztikus vagy logit modell, amely egy adott esemény bekövetkezésének valószínűségét becsüli. Az országok közötti sokkterjedési kapcsolat létrejötte azonban számos egyéb tényező függvénye (például: a szolgáltatások áramlása, a külföldi működőtőke befektetések, az országok kibocsátásai, népessége, az országok közötti távolság, közös valutaövezetbe tartozás, külkereskedelmi megállapodások) lehet. A becsült regressziós modell segítségével megállapítható, hogy e tényezők változatlansága mellett a kereskedelmi volumen milyen mértékben gyakorol hatást a sokkok terjedésére. Amennyiben azonban a rendelkezésünkre álló adatok keresztmetszeti és idődimenzióját is figyelembe vesszük, az ilyen kihagyott változók okozta

problémák csökkenthetők a megfigyelési egységekre specifikus egyedi hatások becslése révén.

Különböző modellváltozatok elemzésével mutatom be a kereskedelmi nyitottság és a sokkterjedés közötti kapcsolatot. A modellváltozatok különböznek egymástól egyrészt a különböző függő változók alkalmazása miatt, amelyre elsősorban robusztusság ellenőrzés céljából van szükség. Másrészt a magyarázó változók, a külkereskedelmi nyitottság mutatói is különböznek az egyes modellváltozatokban, sőt eltérő kombinációkban is szerepelnek a becslésekben. Az alapmodellben (Model-1) a két irányú kereskedelmi nyitottság szerepel magyarázó változóként. A függő változó azonban ebben az elemzésben is irányított, ezért ezt a nyitottsági mutatót szintén irányítottként érdemes kezelni. A kereskedelmi irányok figyelembevételével (Model 2) azonban megkülönböztethetjük azt az esetet, amikor csak a magyarázó változó és a kontrollváltozók szerepelnek (Model-2A) attól az esettől, amikor a magyarázó változó mellett (upstream/downstream) az ellenkező irányú (downstream/upstream) kereskedelmi nyitottság mutató is megjelenik a modellben a kontrollváltozók mellett (Model 2B-u és Model 2B-d).

4. Az értekezés tudományos eredményei

4.1. A GDP-együtmozgás időbeli változása

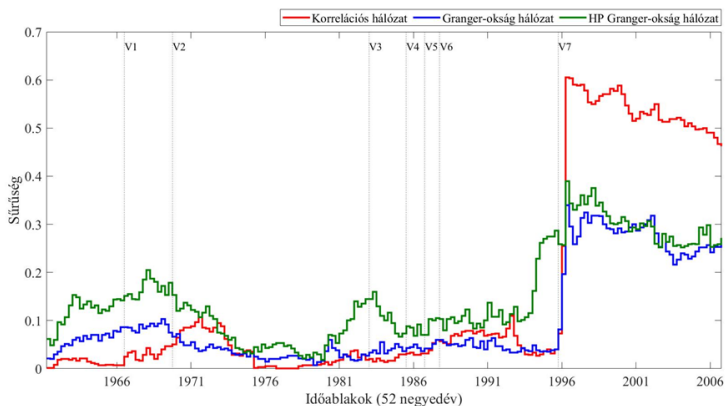
Az ország-páronkénti információkból felrajzolt hálózatok topológiai elemzése és a topológiai szerkezet időbeli változásainak vizsgálata során arra a kérdésre kerestem a választ, hogy változott-e a sokkok terjedésének szerkezete az országok között és ha igen, milyen minták mentén.

Amennyiben a sokkterjedési hálózat szerkezete változik, az arra utalhat, hogy az üzleti ciklusok szinkronizáltságának növekedése mögött nem kizárólag a globális sokkok gyakoriságának növekedése áll, hanem az is, hogy az országok közötti gazdasági-pénzügyi integráció erősödése szükségképpen szelektíven, aszimmetrikusan zajlik, így átrendezi a különböző csatornákon terjedő sokkok hálózati mintázatát.

A 25 ország üzleti ciklusainak együtmozgásának, illetve oksági kapcsolatainak vizsgálata alapján, a legfőbb eredmények a következők. A 2008-as válság során jelentős strukturális változások tapasztalhatóak országok közötti sokkterjedés hálózatában. A kapcsolatok sűrűsége (2. ábra) hirtelen és nagy mértékben növekedett a válság alatt, amely elsősorban a válság globális kiterjedtségére utal. A korrelációs elemzésnél finomabb, oksági hálózat elemzése is a sűrűség növekedését mutatja, amely alapján megállapíthatjuk, hogy a 2008-as válság során a sokkok terjedése

felelősödött a korábbi időszakokhoz képest. A sűrűség változása már a Lehman-Brothers szeptemberi összeomlása előtt kimutatható.

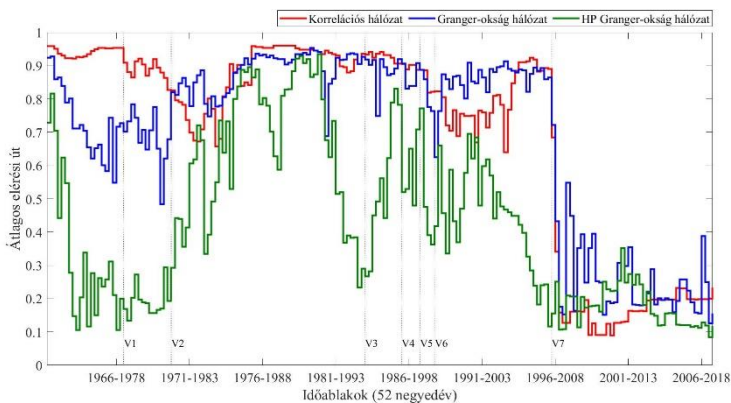
2. ábra: A GDP-együttmozgás hálózatok sűrűsége 1961-2019 között



Forrás: saját szerkesztés.

A szaggatott vertikális egyenesek a következő válságok kezdeti időpontjait jelölik: V1 – második olajválság, V2 – latin-amerikai adósságválság, V3 – mexikói válság, V4 – kelet-ázsiai válság, V5 – orosz és brazil válság, V6 – dotcom válság, V7 – 2008-as válság.

3. ábra: Az átlagos elérési út az Erdős-Rényi véletlen hálózathoz viszonyítva



Forrás: saját szerkesztés.

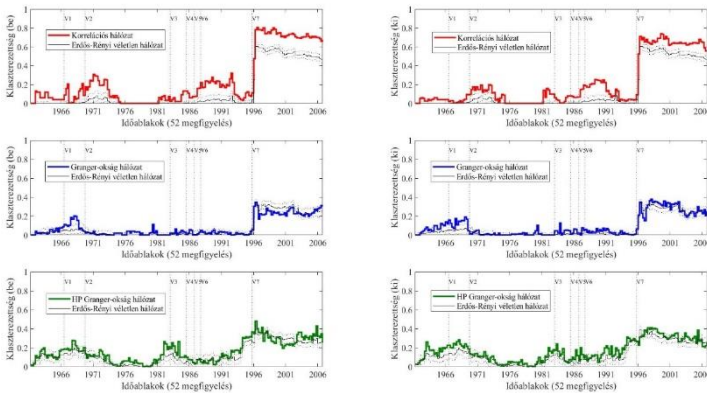
A szaggatott vertikális egyenesek a következő válságok kezdeti időpontjait jelölik: V1 – második olajválság, V2 – latin-amerikai adósságválság, V3 – mexikói válság, V4 – kelet-ázsiai válság, V5 – orosz és brazil válság, V6 – dotcom válság, V7 – 2008-as válság.

További hálózati mutatók, az átlagos elérési út (3. ábra), a klaszterezettség (4. ábra), a fokszámferdeség elemzése pontosabb képet ad a szerkezet megváltozásáról. Minden esetben elmondható, hogy a 2008-as válság egy jelentősebb cezúrát jelent a szerkezeti viszonyokban, azonban azt megelőzően/követően is láthatóak szerkezeti változások.

Erdős és Rényi véletlen hálózatának szerkezetéhez viszonyítva, amely egy olyan világot ír le, amelyben a sokkok véletlenszerűen, egymástól függetlenül terjednek országok között, az elérési utak jellemzően hosszabbak, míg a klaszterezettség (csoportképződés) a korrelációs hálózat esetében magasabb, a Granger-okság és a HP Granger-okság hálózat esetében azonban a véletlen hálózathoz hasonlóan alakul. Mindhárom valós hálózat szorosan követi a konfigurációs modell átlagos elérési útjának hosszúságát, amelyek a valós hálózat fokszámait követik.

Az átlagos elérési utak Erdős-Rényi véletlen modelljétől való eltérő értékének tehát egyik magyarázata a láncszerűség, a sokkterjedés hálózatát jellemző terjesztő és annak hatásait elnyelő országok jelenléte, továbbá a fokszámok eloszlásának megváltozása. A hálózatok ki-fokszámainak és befokszámainak ferdesége azonban nem tér el szignifikánsan a véletlen hálózatokétól, a teljes fokszám viszont a 2008-as válságot követően a véletlen hálózathoz képest is alacsony értéket vesz fel.

4. ábra: A klaszterezettségi együttható az Erdős-Rényi véletlenhálózathoz viszonyítva



Forrás: saját szerkesztés.

A szaggatott vertikális egyenesek a következő válságok kezdeti időpontjait jelölik: V1 – második olajválság, V2 – latin-amerikai adósságválság, V3 – mexikói válság, V4 – kelet-ázsiai válság, V5 – orosz és brazil válság, V6 – dotcom válság, V7 – 2008-as válság.

Mindez azt jelenti, hogy érdemi szerkezeti változás ment végbe a sokterjedés hálózatában: egy rövid elérési utakkal és magasabb klaszterezettséggel jellemezhető ún. kisvilági szerkezet felől egy fordított, láncszerű struktúra felé mozdult el a hálózati topológia, amelyben jellemzőek a válságot inkább terjesztő és azt inkább elnyelő országok.

A hálózat mikroszkopikus jellemzőinek elemzéséhez a vizsgált időablakokat aggregáltam a válság előtti és alatti/utáni időszakokra, így a sokterjedési hálózat két részletes térképét rajzoltam meg. Fő konklúzióként megfogalmazható, hogy a válság alatt/során a hálózat szerkezete érdemben átalakult. A hálózat súlyozott fokszáma a kétszeresére növekedett, ami tükrözi a válság után sűrűbben összekapcsolt hálózatok szerkezetét. Ezen túlmenően megváltozott a hálózatban központi szerepet betöltő országok köre, valamint elmozdulás történt a tekintetben is, hogy mely országokra jellemző a sokk terjesztése és azok elnyelése.

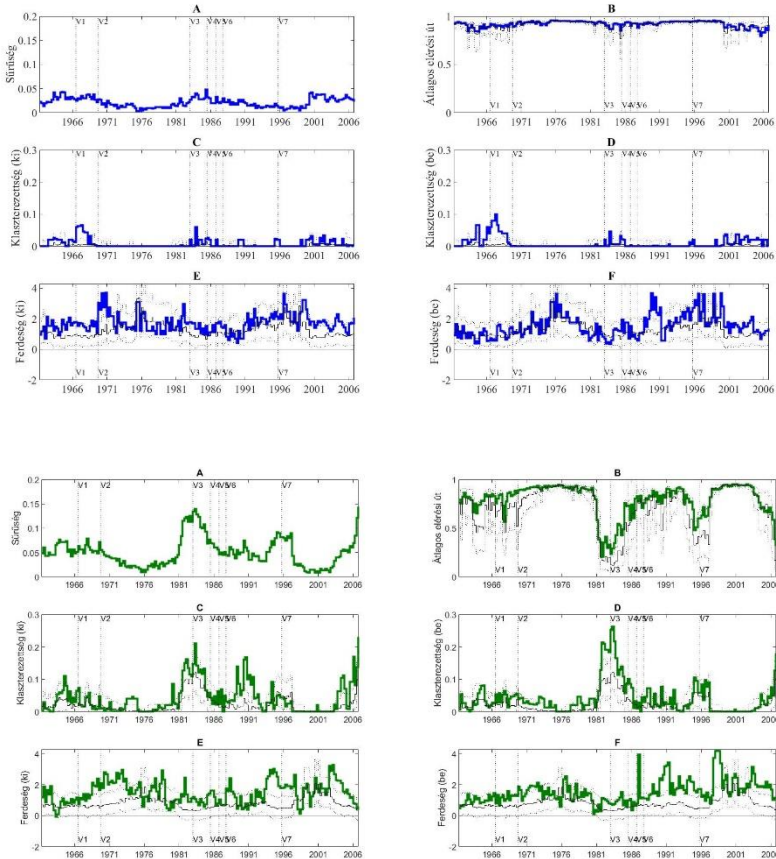
Elmondható, hogy a válság előtt az országok jellemzően szimmetrikusabb pozíciót töltöttek be, a válságot követően azonban jellemzőbbek lesznek a kevésbé kiegyensúlyozott, aszimmetrikus pozíciók, amiből arra következtethetünk, hogy a sokkok terjedésének gyakorisága nem úgy növekedett, hogy azonosan vagy azonos valószínűséggel valamennyi ország-pár esetén nőttek ezek a gyakoriságok, hanem oly módon, hogy az az egyes országok sokkot terjesztő vagy elnyelő tulajdonságát erősítette. Ez a kapcsolati szerkezet, hogy néhány gazdaságilag kevésbé befolyásolható ország sok országra van hatással, viszont más erőteljesebben befolyásolható országok kevésbé gyakorolnak hatást a többi országra, az országok közötti átlagos elérési utak növekedéséhez vezethet, ugyanis több olyan országpár alakulhat ki, amelyek között nem létezik elérési út.

4.2. Az üzleti ciklusok szinkronizáltságának alakulása a recessziós- periódusok kiszűrésével

A válságszűrt hálózatok topológiai elemzéseinek legfontosabb eredményei alapján (5. ábra) megállapítható, hogy a válságos időszakok kihagyása a Granger-okság teszteléséből árnyalja a korábbi eredményeket. A válságszűrt hálózatok kapcsolatainak sűrűsége a 80-as évek közepétől a 21. század elejéig csökkent, ami csökkenő sokkterjedésre utal. Ezt követően azonban ismét a sűrűség jelentős növekedése figyelhető meg. Ez azt jelenti, hogy a válságperiódusok figyelmen kívül hagyásával a sokkterjedés ciklikusságot mutat. A következtetés hozzájárul az üzleti ciklusok szinkronizációja és a globalizáció közötti kapcsolat megértéséhez. Továbbá a 2008-as pénzügyi válság sűrűsége gyakorolt hatásáról megállapíthatjuk, hogy a GDP ciklikus komponenseinek elemzése során (HP Granger-okság hálózat) továbbra is jelentős, azonban csak átmenetileg figyelhető meg, a GDP növekedési adatokon alapuló elemzésben (Granger-okság hálózat) viszont a hatás szinte

teljesen eltűnik. Ez azonban nem meglepő, hiszen éppen azok a megfigyelések – a válságperiódusokat – maradnak ki a Granger-oktság tesztelése során, amelyek a szorosabb kapcsolathoz járulnak hozzá.

5. ábra: A sokterjedés hálózat topológiai tulajdonságai a válságperiódusok kihagyásával



Forrás: saját szerkesztés.

Az ábrákon továbbra is kék vonal jelöli a megfigyelt Granger-oktság hálózat topológiai alakulását, zöld vonal a HP Granger-oktság hálózatát, a fekete vonal az Erdős és Rényi hálózatokat, valamint pontozott vonallal a véletlen hálózatok 5. és 95. percentiliseit. A vízszintes tengelyek továbbra is az időablakokat jelölik (ebben az esetben maximálisan 52 megfigyelést, de a pontos megfigyelés szám a kihagyott megfigyelésektől függ). A függőleges szaggatott vonalak a válságok kezdő időpontjait mutatják. A függőleges tengelyek a következők: A: Sűrűség, B: Átlagos elérési út, C: Klaszterezettség (ki-fokszám alapján), D: Klaszterezettség (be-fokszám alapján), E: Ki-fokszám Ferdeség, F: Be-fokszám Ferdeség.

A válságszűrt hálózatok referenciahálózatokhoz, véletlen hálózatokhoz hasonlítva megállapítható, hogy a sokkterjedés topológiai szempontból közel áll a véletlen hálózatokhoz. Annak ellenére, hogy a válságszűrt hálózat a válságperiódusok kihagyása miatt meglehetősen ritkává válik sok elszigetelt csoporttal, a magasabb sűrűségű időszakokban az átlagos elérési út és a klaszterezettség továbbra is magasabb. A válságszűrt időszakok foksámferdesége a 90-es években és a 2000-es évek elején pozitív aszimmetriát mutat, amely skálafüggetlen tulajdonságokra utal.

Annak érdekében, hogy a sokkterjedés mintázatainak véletlenszerűségét vagy szisztematikusságát megvizsgáljam, a hálózat dinamikáját, stabilitását az állapotátmenetek gyakoriságának segítségével írtam fel a válságot tartalmazó és a válságszűrt hálózat esetében. Mindkét hálózatot azonos sűrűségű egymástól függetlenül generált véletlen hálózatokhoz hasonlítottam, amelyek a megfigyelt állapotátmenetek gyakoriságának elemzése során referenciapontot jelentenek. Az összehasonlítás eredménye, hogy a megfigyelt üzleti ciklusok oksági kapcsolatainak dinamikája szisztematikusabb a véletlen hálózathoz képest. A válságszűrt hálózat kapcsolatainak stabilitását megvizsgálva hasonlóan megállapítható, hogy a véletlen hálózathoz képest a stabil, tartós kapcsolatok gyakoribbak. A megfigyelt instabil kapcsolatok gyakorisága továbbra is szignifikánsan alacsonyabb a véletlen hálózathoz képest, azaz a kapcsolatok továbbra is perzisztensek, viszont a véletlen hálózat és a megfigyelt hálózat instabil kapcsolatai közötti különbség csökkent.

4.3. Az országok szerepe a sokkterjedés hálózatában

A korábbi elemzések lehetővé teszik az országok közötti sokkterjedési hálózatok új és megszűnő, valamint stabilan létező és nem létező kapcsolatainak vizsgálatát. Ez a megközelítés azonban a dinamikát országpáronként összesítve, az idődimenzió megtartása mellett vizsgálta. A 42 országot tartalmazó, rövid adatbázis alkalmazásával az országok sokkterjedési hálózatban betöltött szerepe kerül a fókuszba az idődimenzió tömörítése mellett. A korábban bemutatott módszerek közül a sokkterjedési hálózat felépítéséhez az országok kibocsátásainak ciklikus komponensei közötti Granger-oktság tesztet alkalmaztam.

A Wald-Wolfowitz-próba segítségével felismerhetők azok az országpárok, amelyek között a sokkterjedés szisztematikus (nem véletlenszerű) módon történik. A szisztematikusan létező, páronkénti sokkterjedési kapcsolatok vizsgálatát, megállapítható, hogy a hálózat topológiai tulajdonságai moduláris szerkezetet és aszimmetrikus foksámeloszlást mutatnak. A modulok mögött bár nincs nyilvánvaló szerveződésvagy földrajz vagy fejlődés szempontjából, a ki-foksámok és be-

fokszámok kiegyensúlyozottsága alapján felfedezhetünk mintázatokat. A sokterjedési hálózat topológiai tulajdonságai mellett fontos szem előtt tartani, hogy a megfigyelt/megbecsült sokterjedési kapcsolatok mélyebb gazdasági mechanizmusokat tükröznek, amelyekben keresztül az egyes folyamatok és események az egyik országból a másik országba áramlanak. Az is megállapítható, hogy sok esetben a nyitottabb gazdaságok kiegyensúlyozott fokszám-aránnyal rendelkeznek, azaz nem jellemző rájuk a szélsőséges kapcsolatok száma. A gazdasági nyitottság és a sokkoknak való kitettség közötti összefüggés azonban nem bizonyítható egyértelműen ezen minták mentén, így a következő fejezetben részletesebb elemzés kereteiben tekintem át az egyes csatornák közötti összefüggéseket.

4.4. A sokterjedési hálózat csatornái

A doktori értekezés 4. fejezetének célja megvizsgálni, hogy az országok közötti gazdasági kapcsolatok hogyan alakítják a sokkok átadását a világgazdaságban, hogyan formálják a sokterjedési hálózatot. Feltáró jelleggel annak a kérdésnek a megválaszolása a cél, hogy a kereskedelmi nyitottság magyarázza-e az országok közötti sokkok terjedését, azaz, hogy a kereskedelmi nyitottság szignifikáns csatornája-e a makroökonómiai sokkok terjedésének (amelyet továbbra is az üzleti ciklusok szinkronizáltságának vizsgálatával közelít meg).

A Granger-okság hálózaton alapuló sokterjedési kapcsolatokat magyarázó becslések eredményeit az 1. táblázat, a HP Granger-okság hálózaton alapuló sokterjedési kapcsolatokat magyarázó modellváltozatok eredményeit a 2. táblázat mutatja be. A táblázatokban a logisztikus panel regresszió konkrét változóira vonatkozó esélyhányadosok („odds-arányok”) olvashatók le, zárójelben kiegészítve a robusztus standard hibákkal. Egy adott esemény bekövetkezésének esélye („odds”) azt mutatja meg, hogy mekkora az esemény bekövetkezésének valószínűsége (p) annak valószínűségéhez képest, hogy az esemény nem következik be ($1 - p$), azaz $(p/(1 - p))$. Az esélyhányados azt méri, hogy egy adott független változó egy egységgel történő növekedése milyen változást eredményez a megfigyelt esemény bekövetkezésének esélyében minden más változatlanlansága mellett.

Ebben az esetben az 1.01 esélyhányados azt jelenti, hogy a relatív kereskedelmi nyitottság változóban bekövetkező egységnyi növekedés a két ország közötti sokterjedés esélyét 1 százalékkal növeli. Attól függ, hogy ez az 1 százalékos esélynövekedés hogyan viszonyul a sokterjedés tényleges valószínűségéhez képest, hogy a változás milyen valószínűségi szinten következik be. Ha az esemény bekövetkezésének valószínűsége 1 százalék, akkor az esély is megközelítőleg 1 százalék (1:100), így az esély 1 százalékos növekedése az esemény valószínűségének 1 százalékos növekedésének felel meg, azaz 0.01 százalékpontnak. Ha az esemény bekövetkezésének valószínűsége 50 százalék, akkor az esély 1:1 (100%),

így az esély 1 százalékos növekedése a valószínűség 0.5 százalékpontos növekedésének felel meg.

A regresszióba került megfigyelések alapján a sokkterjedés átlagos valószínűsége a Granger-okság hálózat esetében 39.34 százalék. Ez azt jelenti, hogy az 1 százalékos esélyhányados 0.26 százalékpontos növekedésnek felel meg. A HP Granger-okság hálózat esetében a sokkterjedés átlagos valószínűsége 38.76 százalék, amely alapján az 1 százalékos esélyhányados 0.25 százalékpontos növekedésnek felel meg a sokkterjedés valószínűségében.

A különböző magyarázó változók mellett (kétirányú, upstream vagy downstream kereskedelmi nyitottság) a korábban bemutatott négy kontrollváltozó minden modellváltozatban szignifikánsnak bizonyult. A becslésekben a megfigyelési egység a c országpár, ahol i ország a sokkterjedés forrása, j ország a célország. A becslött együtthatók/esélyhányadosok előjele és nagysága a különböző modellváltozatok között robusztus. Ez alól egyedül a származási ország népességére (méretére) vonatkozó változó képez kivételt, ugyanis a Granger-okság hálózatokon alapuló becslésekben pozitív, a HP-Granger-okság hálózatokon alapuló becslésekben negatív szignifikáns hatás állapítható meg. Az esélyhányados becslésében jelentős eltérés a különböző eredmény változók alkalmazása mellett figyelhető meg. Annak ellenére, hogy mindkét eredmény változó esetén szignifikáns kapcsolat állapítható meg, a Granger-okság hálózat esetében a sokkot terjesztő ország népességének növekedése (az ország mérete) pozitív irányban befolyásolja a sokkterjedés valószínűségét, a HP Granger-okság esetében ez a hatás negatív irányú.

A Granger-okság hálózaton alapuló regresszió esélyhányadosai alapján megállapítható, hogy egymillió lakos 1.6 százalékkal növeli a célország és 2.6 – 2.7 százalékkal a forrás ország oldalán az esélyhányadost. Ez alapján további egymillió lakos 0.41 – 0.42 százalékkal növeli annak valószínűségét, hogy a forrás ország a sokk kibocsátója lesz és 0.67 – 0.68 százalékkal növeli annak valószínűségét, hogy a sokk tovább terjed a célország irányába.

Ezzel szemben a HP Granger-okság becslés esélyhányadosai alapján az a következtetés vonható le, hogy egymillió lakos 6 százalékkal növeli a célország oldalán az esélyhányadost, míg a forrás oldalon 1.5 százalékkal csökkenti azt. Ez tehát azt jelenti, hogy további egymillió lakos 1.48 – 1.49 százalékkal növeli annak a valószínűségét, hogy a célország felé tovább terjed a sokk, viszont 0.36 – 0.37 százalékponttal csökkenti annak a valószínűségét, hogy a forrás ország a sokk kibocsátójává válik.

1. táblázat: A sokkterjedés hálózat topológiai tulajdonságai a válságperiódusok kihagyásával

$y_{c,t}^6$	Model – 1	Model – 2A	Model – 2B – u	Model – 2B – d
$T_{c,t}$	1.01629** (0.0061425)	–	–	–
$U_{c,t}$	–	1.004786 (0.0084161)	1.013032** (0.0048341)	–
$D_{c,t}$	–	1.011013 (0.008946)	–	1.013949** (0.0068516)
GDP_{cap_i}	0.8930218*** (0.0274626)	0.893821*** (0.0276353)	0.8951496*** (0.0276494)	0.8959348*** (0.0272883)
GDP_{cap_j}	1.229161*** (0.0390826)	1.227777*** (0.039625)	1.225564*** (0.0393698)	1.224249*** (0.0387075)
Pop_i	1.01596 ** (0.0071447)	1.016089** (0.0070925)	1.016154** (0.0070839)	1.016409** (0.007105)
Pop_j	1.026568 ** (0.0112066)	1.026492 ** (0.0111951)	1.026562** (0.0111943)	1.026347** (0.011158)
N	30030	30030	30030	30030
$Wald \chi^2$	66.21***	68.50***	60.56***	68.39***
$Pseudo R^2$	0.0396	0.0397	0.0381	0.0395

A robusztus standard hibák zárójelben szerepelnek az odds-ráták alatt,

*** < 0.001

** < 0.05

* < 0.1.

Forrás: saját szerkesztés.

A modell a potenciálisan sokkterjedést indító és fogadó országok fejlettségére azok egy főre eső kibocsátásaival kontrollál. Mindkét változó esélyhányadosai szignifikánsak és robusztusok minden modellváltozatban. Míg a forrás ország negatívan befolyásolja a sokkterjedést, a célország pozitívan hat rá. Ez azt jelenti, hogy a sokkok nagyobb valószínűséggel terjednek a fejlődő országok irányából a fejlett országok felé. A forrás országok esélyhányadosa –10.4 és –11.25 százalék közötti értéket vesz fel, ami azt jelenti, hogy az egy főre eső GDP ezer dolláros növekedése (vásárlóerő paritáson mérve) átlagosan 2.65 – 2.87 százalékponttal csökkenti a sokk terjesztésének valószínűségét. A célország esélyhányadosa a Granger-okság hálózat becslésben átlagosan 22.7 százalék, a HP Granger-okság hálózat esetén átlagosan 15.2 százalék. Ez azt jelenti, hogy az egy főre eső GDP ezer dolláros növekedése a Granger-okság hálózat esetén átlagosan 5.78 százalékponttal, a HP-Granger-okság hálózat esetében átlagosan 3.7 százalékponttal növeli a sokkterjedést a célország irányába. Figyelembevéve az elemzésben használt mértékegységet (ezer dollár) elmondható, hogy ez gazdaságilag fontos hatás, ami azt jelenti, hogy a fejlettségi szint javulása (az egy főre eső GDP-vel mérve) jelentősen megváltoztatja a sokkterjedési kapcsolatokat a hálózatban.

2. táblázat: A HP Granger-okság hálózaton alapuló sokkterjedési kapcsolatok becslésének eredménye

$y_{c,t}^c$	Model – 1	Model – 2A	Model – 2B – u	Model – 2B – d
$T_{c,t}$	1.010309** (0.0052051)	–	–	–
$U_{c,t}$	–	0.9990693 (0.0071911)	1.006458 (0.0051588)	–
$D_{c,t}$	–	1.010078 (0.0086875)	–	1.009577 (0.0062053)
$GDPCap_i$	0.8874647*** (0.0226883)	0.8876793*** (0.0227075)	0.8907022*** (0.0227005)	0.8874509*** (0.0225769)
$GDPCap_j$	1.152534*** (0.0325587)	1.15319*** (0.0327404)	1.147854*** (0.0321268)	1.153347*** (0.0325802)
Pop_i	0.9848761** (0.0056498)	0.9852538** (0.0056001)	0.9851711** (0.0056486)	0.9851722** (0.0055745)
Pop_j	1.06074*** (0.0107065)	1.060491*** (0.0106602)	1.060582*** (0.010671)	1.060542*** (0.0106651)
N	38388	38388	38388	38388
$Wald \chi^2$	56.73***	57.42***	55.14***	57.40***
$Pseudo R^2$	0.0308	0.0312	0.0298	0.0312

A robusztus standard hibák zárójelben szerepelnek az odds-ráták alatt,

*** < 0.001

** < 0.05

* < 0.1.

Forrás: saját szerkesztés.

A kontroll változók mellett azonban a dolgozat elemzése elsősorban a relatív kereskedelmi nyitottság országok közötti sokkterjedésre gyakorolt szerepére összpontosít. Az alapmodellekben (Model-1) a magyarázó változó a relatív (j ország kibocsátásához viszonyított) kétirányú kereskedelmi nyitottság. Mindkét eredményváltozó becslése során pozitív, szignifikáns (5%-os szinten) hatás állapítható meg a relatív kereskedelmi nyitottság és a sokkterjedés között. A Granger-okság hálózat sokkterjedési kapcsolatainak esélyhányadosa 1.016, a HP Granger-okság hálózat esélyhányadosa 1.010. Ez azt jelenti, hogy ha i és j ország közötti export és/vagy import nő a j ország kibocsátásához képest, akkor a sokk terjedésének esélye i országból j országba 1 – 1.5 százalékkal nő. A kereskedelmi nyitottság mutatók mérése 0.01 százalékpontos egységekben történik, így az 1 százalékos esélyhányados azt jelenti, hogy a kereskedelmi nyitottság 0.01 százalékponttal történő kisméretű növekedése 1 százalékkal növeli a két ország közötti sokkterjedés esélyét. Ez átlagosan, minden más változatlanlansága mellett azt jelenti, hogy a sokkterjedés valószínűsége 0.42 (Granger-okság hálózat) vagy 0.25 (HP Granger-okság hálózat) százalékponttal nagyobb, ami közgazdasági értelemben is jelentős hatásként

értékelhető. Az alapmodellek eredménye alapján tehát szoros kapcsolat mutatható ki a kereskedelmi nyitottság és a sokkterjedés, azaz az üzleti ciklusok országok közötti terjedése között.

Az alapmodell általános áttekintést nyújt a vizsgált változók kapcsolatáról, a különböző alternatív modellváltozatokban azonban a relatív kereskedelmi nyitottságot két csatornára bontva elemzem tovább. Az irányított magyarázó változók külön-külön (Model-2B-u és Model-2B-d) és egyszerre (Model-2A) is a becslésbe kerülnek. Amikor az upstream és a downstream csatornákat együtt vizsgáljuk, akkor egyik eredményváltozóra sem gyakorolnak szignifikáns hatást. A HP Granger-okság hálózat sokkterjedési kapcsolatait továbbá nem magyarázza szignifikánsan sem az upstream sem a downstream csatorna akkor sem, ha külön vizsgáljuk hatásaikat. Ezzel szemben a Granger-okság hálózat sokkterjedési kapcsolatait szignifikánsan (5%-os szinten) magyarázza mindkét irányú kereskedelmi csatorna.

Az upstream irányú kereskedelmi csatorna esélyhányadosa 1.013, ami azt jelenti, hogy ha j országból i országba nő a kereskedelmi volumen j ország kibocsátásához képest, akkor az import irányú sokkterjedés valószínűsége 0.33 százalékponttal nő minden más változatlansága mellett. A downstream irányú kereskedelmi csatorna esélyhányadosa 1.014, ami azt jelenti, hogy ha i országból j ország irányába nő a kereskedelmi volumen j ország kibocsátásához képest, akkor az export irányú sokkterjedés valószínűsége 0.36 százalékponttal nő.

Összefoglalva tehát megállapítható, hogy a kétirányú kereskedelmi nyitottság szignifikáns csatornája a sokkterjedésnek, azonban nem határozható meg egyértelműen, hogy a sokkterjedés az upstream vagy downstream mechanizmusok mentén történik. A legtöbb modellben ugyanis nem gyakorol szignifikáns hatást egyik csatorna sem a sokkterjedésre. Abban a modellben, amikor az esélyhányadosok szignifikánsak, akkor viszont a két hatás azt mutatja, hogy a két csatorna hasonló mértékben járul hozzá a sokkterjedés valószínűségének növekedéséhez. Ez azt jelzi, hogy az upstream és downstream kapcsolatoknak egyaránt jelen kell lenniük ahhoz, hogy a sokkterjedést jelentősen befolyásolják. E jelenség lehetséges oka a kereskedelmi kapcsolatok összetettsége és sokfélesége, amely számos különböző terméket és csatornát foglal magába, amelyekben keresztül a sokkok terjedhetnek, viszont ezek a különböző csatornák egymás hatásait semlegesíthetik is. Előfordulhat például, hogy egyes ágazatokban az upstream mechanizmusok dominánsabbak, más ágazatokban a downstream mechanizmusok játszanak fontosabb szerepet, ami így az aggregált kereskedelem szintjén elmosódó hatást eredményez. Az ágazati kereskedelmi kapcsolatok elemzése további kutatási irányt jelenthet a későbbi elemzések során.

5. Összegzés

A doktori értekezésben a makrogazdasági sokkok terjedését vizsgáltam meg a szorosan összekapcsolt, globális gazdasági rendszerben. A sokkterjedési kapcsolatok feltárása érdekében az országok üzleti ciklusainak szinkronizáltságát térképeztem fel. A téma fő motivációját az adta, hogy a globalizáció és a gazdasági integráció hatására az országok szoros összekapcsoltsága nemcsak az adott ország gazdasági idősorait befolyásolja, de az országok gazdasági mutatói közötti szinkronizációra is hatással lehet. Amennyiben két ország kibocsátási üteme vagy ciklikus komponense között kapcsolat áll fenn, akkor felrajzolható egy kapcsolati rendszer, amely képet ad a makrogazdasági sokkok terjedéséről – az országok idősorainak egymásra hatása, üzleti ciklusaik átgyűrűződése révén – és ez a struktúra a hálózatelméleti mutatók segítségével elemezhető.

A kapcsolatokat két módszer segítségével definiáltam. Egyrészt korrelációs elemzést alkalmaztam, amivel az mutatható ki, hogy két ország ugyanabban a növekedési fázisban van. Másrészt annak érdekében, hogy a sokkterjedésre pontosabban következtethessenek az országok idősorainak ok-okozati mintáit is feltérképeztem páronkénti Granger-okság tesztek alkalmazásával.

A fenti módszereket a dolgozatban bemutatott szakirodalmak alapján egyrészt az országok GDP növekedési ütemén, másrészt a trendszűrt GDP idősorokon alkalmaztam annak érdekében, hogy az eredmények robusztusságát is ellenőrizzem. A vizsgált országok köre 25, majd 42 országra terjedt ki 1960 és 2019, valamint 1996 és 2019 között. A hálózatok topológiáját gördülő időablakok alkalmazása mellett vizsgáltam meg, így a dolgozat első részében az időbeli változásokra helyeztem a hangsúlyt.

A felhasznált adatok és a bemutatott módszerek alapján elsőként azt vizsgáltam, hogy növekedett-e az országok gazdasági idősorainak szinkronizáltsága az elmúlt fél évszázadban. A főbb eredmények a következők.

- Mindhárom hálózat (a korrelációs, a Granger-okság és a HP Granger-okság hálózat) esetében megfigyelhető a sűrűség nagyjából egy évtizedes fokozatos növekedése, majd az ezt követő visszaesés után egy mérsékeltebb, de stabil növekedés figyelhető meg egészen a 2008-as válságig.
- A 2008-as válságot megelőző periódusokban a sűrűség hirtelen növekedését tapasztaltam, amely elsősorban a válság globális kiterjedtségére utal.

Bár az üzleti ciklusok korrelációjának drasztikus növekedése magyarázható azzal, hogy az országokat egyszerre érinti a 2008-as válság, az oksági hálózatok is hirtelen növekedésnek indulnak, annak ellenére, hogy a

Granger-okság teszt figyelembe veszi az ok-okozati összefüggéseket is. Így a hálózatok sűrűségének növekedéséből arra következtethetünk, hogy az idősorok szinkronizáltabbá váltak, ezért a sokkterjedés is felerősödött. Ezek az eredmények megválaszolják az első kutatási kérdést: a gazdasági idősorok integráltsága növekedett, ez fokozottan igaz a 2008-as válság időszakában, amely hatására az idősorok szinkronizáltsága drasztikusan nőtt.

A szinkronizáltság növekedése mögötti egyik lehetséges ok, hogy az egyre erősödő gazdasági integráltság miatt egy szerkezeti átalakulás ment végbe az országok közötti sokkterjedésben. A másik lehetséges magyarázat, hogy a globális, mindenkit érintő sokkok gyakoribbá váltak a világgazdaságban. Ezért az értekezésben a második kutatási kérdés az volt, hogy változott-e a sokkok terjedése az országok között, és ha igen, milyen minták mentén történt változás. Ennek megválaszolásához részletes topológiai elemzéseket végeztem, amelyek legfontosabb eredményei a következők.

- A sűrűség növekedése mellett a sokkterjedés gyorsulására utal, hogy a hálózat átlagos elérési útjának hossza csökkent. A vizsgált hálózatok struktúrája a kisvilág szerkezet felől egy láncszerű szerkezet irányába mozdult el, amelyben nem található bármely két ország között elérési út, tehát a véletlen hálózathoz képest nagyobb arányban fordulnak elő olyan országok, amelyek a válságot kizárólag elnyelik, vagy csak terjesztik azt.
- A válság hatására a hálózatban központi szerepet betöltő országok összetétele is megváltozott.
- A sokkterjedési hálózatok struktúrája közel áll a véletlen hálózatok szerkezetéhez.
- Az átlagos elérési utak és a klaszterezettség azonban magasabbak a véletlen hálózathoz képest, főként a 2008-as válság ideje alatt. Ez azt jelenti, hogy ilyenkor elsősorban a helyi országcsoportokon belül terjednek a sokkok, a csoportok közötti sokkterjedés alacsonyabb a véletlen hálózathoz képest.
- Minden vizsgált hálózatelméleti mutató eredménye azt mutatja, hogy a 2008-as válság egy jelentősebb cezúrát jelent a hálózati struktúrában.
- A szerkezeti átalakulás nem a gazdasági válságok következménye, ugyanis a hálózatelméleti mutatók (átlagos elérési út, foksámferdeség, klaszterezettség) eredményei nem változnak jelentős mértékben, ha figyelmen kívül hagyjuk a sokkterjedést.
- Az országok közötti, okságon alapuló szinkronizáltság nem véletlenszerű, azaz előrejelezhető, hogy a sokkterjedés mely országok között valósul meg nagyobb valószínűséggel. A megfigyelt

kapcsolatok tehát mélyebb gazdasági mechanizmusokat tükröznek, szisztematikusan alakulnak ki.

A topológiai elemzések eredményei megválaszolják a második kutatási kérdést, összegzik a vizsgált hálózatok legfontosabb szerkezeti változásait. Ez azt jelenti, hogy az eredmények alapján az országok közötti üzleti ciklusok szinkronizációjának növekedése nem a sokkok gyakoribbá válásának következménye, hanem az országok közötti makrojelenségek terjedési szerkezetének megváltozása okozza, amely mögött mélyebb gazdasági mechanizmusok állnak.

Ezekre az eredményekre épült a harmadik kutatási kérdés, azaz, hogy a kereskedelmi nyitottság magyarázza-e az országok közötti sokkterjedést. A nyitottságot bilaterális termék-kereskedelmi volumen adatok célország kibocsátásához viszonyított arányával, a sokkterjedést a korábban bemutatott Granger-okság és HP Granger-okság kapcsolataival határoztam meg. Az elemzést a rövid, 42 országot tartalmazó adatbázison végeztem el. Az állandóhatású logisztikus panel-ökonometriai becslések eredményei a következők.

- Mindkét eredményváltozó becslése során pozitív, szignifikáns (5%-os szinten) hatás állapítható meg a relatív kétirányú kereskedelmi nyitottság és a sokkterjedés között. Az eredmények szerint, ha a kereskedelmi nyitottság 0.01 százalékponttal nő, akkor minden más változatlansága mellett a sokkterjedés valószínűsége 0.42 (Granger-okság hálózat) vagy 0.25 (HP Granger-okság hálózat) százalékponttal nagyobb, ami közgazdasági értelemben is jelentős hatásként értékelhető.
- A Granger-okság hálózat sokkterjedési kapcsolatait szignifikánsan (5%-os szinten) magyarázza mindkét irányú kereskedelmi csatorna, amennyiben azokat külön-külön vesszük figyelembe. Az eredmények alapján, ha j országból i országba 0.01 százalékponttal nő a kereskedelmi volumen j ország kibocsátásához képest, akkor az import irányú sokkterjedés valószínűsége 0.33 százalékponttal nő minden más változatlansága mellett. Ha pedig i országból j ország irányába nő a kereskedelmi volumen 0.01 százalékponttal j ország kibocsátásához képest, akkor az export irányú sokkterjedés valószínűsége 0.36 százalékponttal nő.
- A HP Granger-okság hálózat kapcsolatait viszont nem magyarázza szignifikánsan sem az upstream sem a downstream kereskedelmi nyitottság.

Az alapmodellek eredménye tehát szoros kapcsolatot mutat ki a kétirányú kereskedelmi nyitottság és a sokkterjedés, azaz az üzleti ciklusok országok közötti terjedése között. Robusztus eredményt azonban az upstream

vagy downstream mechanizmusok magyarázatával nem kaptam. Az eredmények alapján arra következtetek, hogy a sokkok irányának szétválasztásával nem állapítható meg biztosan, hogy szignifikáns-e valamelyik csatorna, előfordulhat, hogy a két irány egymás hatásait semlegesíti, például úgy, hogy az egyes iparági ágazatokban az egyik mechanizmus, más ágazatokban pedig másik mechanizmus dominál, ezáltal az aggregált kereskedelem szintjén a hatások elmosódhatnak. Ezt igazolja az is, hogy a Granger-hálózat kapcsolatainak magyarázata során, mindkét kereskedelmi nyitottság mutató szignifikáns esélyhányadosa hasonló értéket vesz fel. Ennek feltárása érdekében a további kutatások során érdemes lehet ágazati elemzéseket végezni.

A doktori értekezés további korlátjai egyrészt adatoldalúak, hiszen kevés országra érhetőek el hiánytalanul negyedéves GDP adatok a vizsgált hosszabb időszakra. Ezt a korlátot az elemzésekben azzal lazítottam, hogy a dolgozat egyes részeiben a vizsgált időszakot rövidítettem, ezzel párhuzamosan az elemzésbe vonható országok körét bővíteni tudtam.

Másrészt a dolgozatnak módszertani korlátjai is vannak. A feltett kutatási kérdések megválaszolásához nincs konzisztens módszer, a szakirodalom különböző elemzésekkel vizsgál hasonló kérdéseket. A dolgozatban a sokkterjedési kapcsolatokat hálózati topológiai elemzésekkel vizsgálom meg, amely lehetőséget nyújt az országok közötti kapcsolati szerkezet változásának elemzésére, ugyanakkor ez a módszer kizárólag a struktúrára koncentrálna, a hálózat csúcsait homogénnek feltételezi. Ahhoz, hogy topológiai elemzést végezzek, az országok közötti sokkterjedési kapcsolatokat azonosítottam. Ezek a kapcsolatok azonban többrétegűek, az országokat különböző csatornák (pénzügyi, kereskedelmi, makroökonómiai kapcsolatok) kötik össze egymással.

A doktori értekezésben a sokkterjedést az országok közötti üzleti ciklusok szinkronizációjának elemzésével vizsgáltam meg. További kutatások során érdemes lehet a sokkterjedést egyéb módszerekkel is feltérképezni, valamint az üzleti ciklusok együttmozgásának vizsgálata is továbbfejleszhető a GDP mellett más makroökonómiai mutatók segítségével. A továbbiakban az empirikus elemzések kiegészíthetők olyan makroökonómiai modellekkel, amelyek több makroökonómiai változó kölcsönhatására épülnek, így minden országot külön makroökonómiai modell ír le. Ezáltal pontosabb lehet a sokkterjedési kapcsolatok azonosítása, továbbá az országok homogenitásának problémája is kezelhetővé válna.

Az értekezésben elvégzett elemzések GDP növekedési adatokon és trendszűrő GDP ciklikus komponenseken alapulnak. A trendszűrőhez HP-szűrőt alkalmaztam, amely makroökonómiai idősorokon való felhasználását több kritika is érte az elmúlt időszakban. A módszerrel kapcsolatos aggodalmak elősorban a valós idejű előrejelzések alkalmazására

vonatkoznak, üzleti ciklusok szinkronizációjának vizsgálatára a szakirodalom továbbra is alkalmazza. Ennek ellenére érdemes lehet a további kutatások során az elemzéseket egyéb trendszűrési módszereken (pl: Band-pass szűrő) alapuló ciklikus komponenseken is elvégezni, a kapott eredményeket egymással összevetni.

Az országok növekedési ütemeinek és a ciklikus komponenseinek szinkronizációját egyrészt korrelációval, másrészt Granger-okság teszttel végeztem el, utóbbi valamivel pontosabb képet adott az oksági kapcsolatok feltárására. Fontos azonban hangsúlyozni a Granger-okság teszt korlátját is: a módszer nem határoz meg egyértelmű (filozófiai értelemben vett) okságot, azonban alkalmas az idősorok közötti irányított kapcsolatok kimutatására. Végül az idősorelemzésnek, az időablakok alkalmazásának nehézségét is fontos kiemelni. A doktori értekezésben alkalmazott időablakok hosszúak, 13 évre vonatkoznak, ez idő alatt végbemehettek különböző gazdasági események, amelyek kimutatására így sajnos nincs lehetőség. Ezzel párhuzamosan az egyes válságok időszakait túl sok időablak tartalmazza, a sokk időszeitakainak lehatárolása nehéz. Ez a korlát a további kutatások során nagyobb frekvenciás adatok elérésével vagy azok becslésével és alkalmazásával oldható fel.

A tézisfüzetben felhasznált irodalom

- Alber, N. (2020) The Effect of Coronavirus Spread on Stock Markets: The Case of the Worst 6 Countries. *Available at SSRN 3578080*.
- Antonakakis, N., Gogas, P., Papadimitriou, T. & Sarantis, G. A. (2016) International business cycle synchronization since the 1870s: Evidence from a novel network approach. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 447, 286-296.
- Banerjee, R. & Majumdar, P. (2020) Exponential Growth Bias in the Prediction of COVID-19 Spread and Economic Expectation.
- Barabási, A.-L. (2016) *A hálózatok tudománya* Libri.
- Barabási, A.-L. & Albert, R. (1999) Emergence of scaling in random networks. *science*, 286(5439), 509-512.
- Baxter, M. & Kouparitsas, M. A. (2005) Determinants of business cycle comovement: a robust analysis. *Journal of Monetary Economics*, 52(1), 113-157.
- Blonigen, B. A., Piger, J. & Sly, N. (2014) Comovement in GDP trends and cycles among trading partners. *Journal of International Economics*, 94(2), 239-247.
- Canova, F. & Dellas, H. (1993) Trade interdependence and the international business cycle. *Journal of international economics*, 34(1-2), 23-47.
- Di Giovanni, J. & Levchenko, A. A. (2010) Putting the parts together: trade, vertical linkages, and business cycle comovement. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2(2), 95-124.
- Diebold, F. X. & Yilmaz, K. (2013) Measuring the dynamics of global business cycle connectedness.
- Dijkstra, E. W. (1959) A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische mathematik*, 1(1), 269-271.
- Doyle, B. M. & Faust, J. (2002) An Investigation of Co-movements among the Growth Rates of the G-7 Countries. *Fed. Res. Bull.*, 88, 427.
- Erdős, P. & Rényi, A. (1959) On random graphs Publ. *Math. debrecen*, 6, 290-297.
- Faggini, M., Bruno, B. & Parziale, A. (2019) Crises in economic complex networks: Black Swans or Dragon Kings? *Economic Analysis and Policy*, 62, 105-115.
- Farmer, J. D. & Foley, D. (2009) The economy needs agent-based modelling. *Nature*, 460(7256), 685-686.
- Frankel, J. A. & Rose, A. K. (1998) The endogeneity of the optimum currency area criteria. *The Economic Journal*, 108(449), 1009-1025.
- Gomez, D. M., Ortega, G. J. & Torgler, B. (2012) *Synchronization and diversity in business cycles: A network approach applied to the European Union*.

- Hodrick, R. J. & Prescott, E. C. (1997) Postwar US business cycles: an empirical investigation. *Journal of Money, credit, and Banking*, 1-16.
- Inklaar, R., Jong-A-Pin, R. & De Haan, J. (2008) Trade and business cycle synchronization in OECD countries—A re-examination. *European Economic Review*, 52(4), 646-666.
- Inoue, H. & Todo, Y. (2020) The propagation of the economic impact through supply chains: The case of a mega-city lockdown against the spread of COVID-19. *Available at SSRN 3564898*.
- Kose, M. A. & Yi, K.-M. (2006) Can the standard international business cycle model explain the relation between trade and comovement? *Journal of International Economics*, 68(2), 267-295.
- Lee, K.-M., Yang, J.-S., Kim, G., Lee, J., Goh, K.-I. & Kim, I.-m. (2011) Impact of the topology of global macroeconomic network on the spreading of economic crises. *PloS one*, 6(3), e18443.
- Matesanz, D. & Ortega, G. J. (2016) On business cycles synchronization in Europe: A note on network analysis. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 462, 287-296.
- Sander, H. & Kleimeier, S. (2003) Contagion and causality: an empirical investigation of four Asian crisis episodes. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 13(2), 171-186.
- Selover, D. D. (2004) International co-movements and business cycle transmission between Korea and Japan. *Journal of the Japanese and International Economies*, 18(1), 57-83.
- Shin, K. H. & Wang, Y. J. (2005) The impact of trade integration on business cycle co-movements in Europe. *Review of World Economics*, 141(1), 104-123.
- Wald, A. & Wolfowitz, J. (1940) On a test whether two samples are from the same population. *The Annals of Mathematical Statistics*, 11(2), 147-162.
- Wooldridge, J. M. (2006) Introduction to econometrics: A modern approach. *Michigan State University. USA*.

Az értekezés témakörében megjelent saját publikációk

- Iloskics Z. – Sebestyén T. (2021): A sokkterjedés szerkezeti jellemzőinek változásai a fejlett gazdaságok között. *Statisztikai Szemle* 99(7): pp. 661-699.
- Iloskics Z. – Sebestyén T. – Braun E. (2021): Shock propagation channels behind the global economic contagion network. The role of economic sectors and the direction of trade. *PLoS ONE* 16(10): e0258309.
- Sebestyén T. – Braun E. – Iloskics Z. – Varga A. (2021): Spatial and institutional dimensions of research collaboration: a multidimensional profiling of European regions, *Regional Statistics*, Vol. 11. No. 2.
- Braun, E. – Iloskics Z. – Sebestyén T. (2021): A magyar régiók szerepe és pozíciója a kutatási együttműködési hálózatokban. *Tér és Társadalom* 35:3. pp. 33-58.
- Sebestyén T. – Braun E. – Iloskics Z. (2021): A kutatói együttműködési hálózatok mintázatai az európai régiókban. In: Varga A. *Regionális innováció és gazdasági növekedés*. PTE KTK, pp. 41-58, Pécs.
- Sebestyén T. – Iloskics Z. (2020): Do economic shocks spread randomly?: A topological study of the global contagion network. *PLoS ONE* 15(9): e0238626.
- Sebestyén T. – Iloskics Z. (2019): Shock Contagion in the World Economy – some results from a correlation study. In: Hocine Cherifi; José Fernando Mendes; Luis Mateus Rocha; Sabrina Gaito; Esteban Moro; Joana Gonçalves-Sá; Francisco Santos (szerk.), *Complex Networks 2019: The 8th International Conference on Complex Networks & Their Applications*, pp. 446-449, Lisbon.

Konferencia-előadások

- Iloskics Z. – Sebestyén T. – Braun E.: Shock propagation channels behind the global economic contagion network. The role of economic sectors and the direction of trade. *Hungarian Regional Science Association 19th Annual Meeting Budapest, 2021. november 5.*
- Iloskics Z. – Sebestyén T.: Shock propagation channels behind the global economic contagion network. *The 9th International Conference on Complex Networks & Their Applications, 2020. december 1-3, Madrid.*
- Sebestyén T. – Iloskics Z. (2019): Shock Contagion in the World Economy – some results from a correlation study. *The 8th International Conference on Complex Networks & Their Applications, 2019. december 10 - 12, Lisbon.*
- Iloskics Z. – Sebestyén T.: GDP-változások oksági hálózatai: topológiai elemzés és a 2008-as válság tapasztalatai. *NetWorkShop, 2019. április 26., Pécs.*

- Iloskics Z. – Sebestyén T.: Has globalization made the world smaller from a macroeconomic point of view? The changes of the world GDP growth network between 1960 and 2018 - highlighting the crisis of 2008. University of Macedonia, 5th International 37 Conference on Applied Theory, Macro and Empirical Finance, 2019. április 22-23., Szaloniki.
- Iloskics Z. – Sebestyén T.: Kisebb lesz-e a világ a válságok hatására? A világgazdaság hálózatának szerkezete a gazdasági teljesítmények együttmozgása alapján. Magyar Közgazdaságtudományi Egyesület, XII. éves konferencia, 2018. december 20-21., Budapest.
- Iloskics Z. – Sebestyén T.: Kisebb lesz-e a világ a globalizáció hatására a makroökonomiai jelenségek szempontjából? A globális gazdasági összekapcsoltság szerkezetének evolúciója. XV. Gazdaságmodellezési Szakértői Konferencia, 2018. június 14., Budapest.