

## A külkereskedelem tényei egy új perspektívából

ULIHA GÁBOR – VINCZE JÁNOS

*A cikk az úgynevezett folytonos wavelet-elemzés módszerét használja bizonyos európai uniós országok kereskedelmi idősorainak elemzésére. A wavelet-analízis egy viszonylag új eljárás, amelynek segítségével – többek között – felismerhetők a hagyományos módszerek által nem azonosítható összefüggések. Használata rohamosan terjed a közgazdaságtanban és a pénzügyekben, de – tudásunk szerint – a külkereskedelmi adatok vizsgálatára eddig még nem használták. A tanulmányban 10 EU-tagország és az EU-28 kereskedelmi adatait elemezzük. Eredményeink egyfelől a kereskedelem előrejelzéséhez nyújtanak információkat: a 2008-as válság csak ideiglenesen, rövid távon növelte az egyes országok külkereskedelmének együtt mozgását, és szoros kapcsolatokat inkább hároméves vagy még hosszabb időtávon várhatunk. Másfelől egy újfajta csoportosítását kapjuk az európai kis gazdaságoknak kereskedelmi integráltság szempontjából, amely érdekes további kérdésekhez vezet.*

Journal of Economic Literature (JEL) kód: F14, F15, C4

A 2008–2009-es válság visszavetette a nemzetközi kereskedelmet. Lehetséges, hogy a válság hatására strukturális változás is bekövetkezett, a nemzetközi kereskedelemben érvényesülő folyamatok kvalitatíve is megváltoztak. A válság óta eltelt idő rövidege miatt persze a külkereskedelmi adatok statisztikai elemzése alapján nehéz biztosat mondani erről, hiszen a hatalmas megrázkódtatás és az azóta eltelt viszonylag rövid idő nem teszi lehetővé, hogy válság előtti, válság alatti és válság utáni időszakokra bontsuk a mintát, és a nagy számok törvényén alapuló statisztikai összehasonlításokkal vizsgáljuk a változás vagy változatlanóság kérdését. Olyan adatelemzési módszerre van szükségünk, amely képes kezelni az adatok potenciális

<https://doi.org/10.47630/KULG.2017.61.11-12.3>

---

Uliha Gábor, OTP Bank Nyrt. E-mail: gabor.uliha@gmail.com

Vincze János, Budapesti Corvinus Egyetem és MTA KRTK Közgazdaságtudományi Intézet.  
E-mail: janos.vincze@uni-corvinus.hu

inhomogenitását, és előzetes választ tud adni arra a kérdésre, hogy mit és mennyiben változtatott a válság a külkereskedelmi folyamatok jellegén.

Az alábbiakban egy olyan módszert (wavelet-elemzést) fogunk alkalmazni, amely mindössze néhány évtizedes effektív múltra tekinthet vissza az idősorok vizsgálatánál, de egyre gyakrabban használják azok a diszciplínák, amelyek komplex folyamatok leírásával foglalkoznak, mégpedig olyanokkal, amelyekben időben inhomogén (nem-stacionárius) hatások jelentkeznek.

Mint Ramsey [2002] hangsúlyozta, a wavelet-elemzés legnagyobb előnye talán az, hogy egy új és jobb prizmaként funkcionál, amelyen keresztül az eddigiektől eltérő képet kaphatunk az idősorok természetéről. Ez az észlelést segítő funkció különösen fontos az olyan diszciplínákban, amelyekben korlátozott a kísérletezés lehetősége, és adataink gyakran különböző folyamatok komplex aggregátumaiként jelennek meg. Ezek a tulajdonságok jellemzik a közgazdaságtant is.

A wavelet-elemzés úgy ad képet az idősorokról, hogy mind a lokális (adott időponthoz köthető), mind pedig a különböző időtávokon ható jellemzőiket világosabban lássuk, s így a nyers idősorok rejtett összefüggéseit fedezhessük fel. Számos természettudományi felhasználási terület (például biológiai, földtudományi) mellett ma már jó néhány közgazdasági és pénzügyi alkalmazás is létezik. Több fontos makroökonomiai kapcsolatot vizsgáltak waveletek segítségével (Aguiar-Conraria–Soares, 2011, Crowley–Mayes, 2008, Ramsey–Lampart, 1998, Rua–Nunes, 2009, Rua–Silva Lopes, 2014), de tudomásunk szerint a külkereskedelmi idősorok ez idáig a feltáratlan területek közé tartoznak.

A cikkben 10 EU-tagország és az EU-28 kereskedelmi adatait elemezzük az úgynevezett folytonos wavelet-transzformáció segítségével. A 10 tagország a visegrádi országok (Lengyelország kivételével), valamint Szlovénia, Németország, Belgium, Ausztria, Észtország, Írország és Görögország. Mivel ez egy első kísérlet, néhány kérdésre fókuszáltunk, és az eredmények függvényében próbáljuk majd kiterjeszteni a vizsgálatot az országok szélesebb körére. Egyik fő kérdésünk az, hogy Magyarország idősorai hogyan viselkednek a hasonló országok idősoraihoz képest. A hasonlóság intuitív fogalma alatt hasonló méretű, földrajzilag közeli, illetve olyan országokat értünk, amelyek számára a külkereskedelem a GDP-hez viszonyított arány szempontjából nagy jelentőségű. Mint látható – Németország kivételével – a többi vizsgált ország az előbbi szempontokból hasonlóan tekinthető Magyarországhoz. Németország mintabeli részvételét indokolja az EU gazdaságában és kereskedelmében betöltött szerepe és az, hogy többek között Magyarország számára is a legfontosabb külkereskedelmi partner.

A wavelet-elemzés egy sor stilizált tényt eredményez. Fontos kiemelni a 2008–2009-es válság szerepét: nem egyszerűen csak nagy hatású esemény volt, hanem

az idősorok közti koherencia (a definíciót lásd a következő szakaszban) jelentős növekedéséhez vezetett általában. A koherencia a válság kivételével viszonylag hosszabb időtávon (3 év) jellemzi csak a vizsgált országok kereskedelmét. Azonosítunk továbbá különböző országcsoportokat az EU, illetve Németország kereskedelmével való koherenciájuk alapján. A következő szakaszban egy olyan ismertetést adjuk a wavelet-elemzésnek, amely gyakorlatilag mellőzi a technikai kérdéseket. Ezután egy példán bemutatjuk, hogyan lehet interpretálni a wavelet-transzformáció által szolgáltatott információkat. Elemzésünk több száz wavelet (illetve keresztwavelet) vizsgálatán alapul, amelyek egyenkénti vizsgálata nyilván nem lehetséges. A harmadik szakaszban tehát összefoglaljuk azokat a stilizált tényeket, amelyeket a több száz wavelet elemzéséből kaptunk. Az összefoglaló részben interpretáljuk a „feltárt” tényeket, hogy azok milyen további kérdéseket (hipotéziseket) indukálnak. Mivel a wavelet-elemzés számos apró megfontolást és technikai részletet tartalmaz, az ebben járatos olvasók számára a szükséges információkat az 1. függelékben ismertetjük.

### A wavelet-elemzés

Hagyományosan az idősorelemzési eszközöket időtartományi és frekvencia-tartományi módszerekre szokás felosztani. Az egyik a lokális „sokkok”, a másik a különböző frekvencián ható ciklikus jelenségek felismerésére alkalmas. Bizonyos feltételek mellett a kétféle megközelítés ekvivalens, a gyengén stacionárius folyamatokról belátható, hogy mindkét fajta reprezentációjuk létezik, vagyis ugyanannak a folyamatnak különböző nézőpontból való ábrázolásainak tekinthetők. A közgazdasági idősorelemzések egyik szokásos (implicit) feltevése az, hogy olyan idősorral van dolgunk, amely vagy stacionárius, vagy stacionáriussá tudjuk transzformálni. Így az időtartományi megközelítések identifikálják az egyes időpontokhoz tartozó sokkokat (más kifejezéssel innovációkat) és ezek időbeli hatásmechanizmusát, míg a frekvenciatartományi vizsgálatok azt mutatják meg, hogy egy adott idősor hogyan bontható különböző amplitúdójú ciklusok összegére (*Hamilton*, 1994, 6. fejezet). Mivel a két megközelítés ugyanannak a sztochasztikus folyamatnak a reprezentációja, ezért szabadon megválaszthatjuk az interpretációt, beszélhetünk időben lokalizált sokkokról, vagy különböző periódusú ciklikus hatásokról. Egyik interpretáció sem jobb vagy rosszabb, mint a másik.

Az időtartományi interpretáció kézenfekvőbbnek és jobban elmagyarázhatónak látszik a közgazdaságtanban, plauzibilisebbnek tűnik például arról beszélni, hogy egy

keresleti sokk hatása a GDP-re 2 év múlva „tetőzik”, mint azt állítani, hogy a GDP-idősorban a legerősebb periodikus ingadozás négy és fél éves ciklusként jelentkezik. Nehéz elképzelni, hogy léteznek olyan közgazdasági események, amelyek egy bizonyos frekvencián konstans hatással érvényesülnek, ami a frekvenciatartományi (más néven *Fourier*-) analízisnek az alapja. A makroökonómiai elemzések azonban gyakran keverik az interpretációkat: például a népszerű *band-pass* filter (*Christiano–Fitzgerald*, 2003), kiszűri a GDP (és hasonló) idősorokból a nagyon rövid és nagyon hosszú ciklusokat, és a „maradékot” üzleti ciklusként interpretáljuk, majd időtartományi módszerekkel kezeljük.

Ugyanakkor számos természet- és társadalomtudományi jelenség esetében feltételezhetjük, hogy legjobban különböző időtávokon ható lokális hatások eredőjeként interpretálhatók, azaz inhomogének (nem stacionáriusak). A közgazdaságtanban mindig is beszéltünk az időtávok jelentőségéről; a rövid, a közép- vagy a hosszú távú hatásokról. A wavelet- (hullámocska) elemzés a természettudományokban pontosan abból a felismerésből adódott, hogy számos geológiai, biológia jelenség időben lokalizált, ám nem a „végtelenségig” kitartó (fizikai analógiával: végtelen energiájú) hullámmozgások eredője. A wavelet-elemzés lényegében időben lokalizált, „végeesen” hullámzó folyamatok elemzésére alkalmas, innen a „hullámocska” elnevezés, ami azt jelzi, hogy lecsengő hullámokról van szó.<sup>1</sup>

Nagyon leegyszerűsítve a wavelet-transzformált azt mutatja meg, hogy valamely idősor mennyit változott egy adott időpont környékén, ahol a környék nagysága definiálja a skálát (időtávot). Két idősor wavelet-transzformáltjainak kapcsolatáról ad számot az úgynevezett wavelet-koherencia, amely a wavelet-transzformáltak közötti korrelációs mutatónak tekinthető, és azt mutatja meg, hogy két idősor egy adott időpontban különböző időtávokon milyen mértékben mozgott együtt. A wavelet-transzformációk azonban nemcsak a kapcsolat erősségének a jellemzésére alkalmasak, hanem az időbeli eltéréseket (a fáziskülönbséget) is kvantifikálják, és számot adnak arról is, hogy a kapcsolat ellentétes vagy azonos irányú volt-e.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> A wavelet-elemzés matematikai alapjainak leírása iránt érdeklődő olvasónak a következő irodalmakat ajánljuk: *Goupillaud–Grossman–Morlet* [1984], *Hudgins–Friehe–Mayer* [1993], *Percival–Walden* [2006], *Rua* [2010]. A wavelet-elemzésnek a közelmúltban tapasztalható nemzetközi felfutása után a magyar közgazdasági irodalomban tudomásunk szerint először *Uliha* [2016] cikkében jelent meg a wavelet fogalom, előzőleg csak a műszaki, természettudományos irodalom használta. A wavelet kifejezést eddig nem magyarították, ezért mi is az angol kifejezést használjuk – mint az irodalom általában –, dacára annak, hogy a wavelet a francia eredetű „ondelette” angol fordítása.

<sup>2</sup> Mivel a fáziskülönbségek vizsgálata nem adott jól értelmezhető eredményeket, ezért ezek leírását mellőzzük.

Az időbeni lokalizálás nagyon fontos a jelen közgazdaságtana szempontjából, hiszen a 2008-as válság nagy erővel vetette fel azt a kérdést, hogy történt-e változás a gazdasági aggregátumok közti kapcsolatokban, és ha igen, akkor az milyen irányú. Egy olyan elemzés (mint például a *Fourier*-analízis), amely nem képes időben lokális események kezelésére, eleve alkalmatlan egy ilyen kérdés megválaszolására. Az elemző beavatkozása nélküli időtartományi elemzés pedig minden változást a sokkoknak tulajdonítana, és nem lenne képes felismerni a sokkok átviteli mechanizmusában történt változásokat. A válság egy egyszerű ARIMA-modellben mint szokatlanul nagy sokk jelenne meg, így az időbeli hatásmechanizmus kvalitatív változásait a megközelítés nem tudja kezelni.<sup>3</sup> Elméletileg és gyakorlatilag is bizonyítható, hogy amennyiben ilyen jellegű nem-stacionárius jelenségekkel találkozunk, akkor a wavelet-elemzés megoldás lehet (*Nason*, 2010).<sup>4</sup>

A wavelet teljesítményspektrum (WPS) a wavelet-transzformált négyzete. A továbbiakban egy idősorhoz tartozó WPS-ábrának a következő a jelentése. Az ábra valamely pontjához tartozó érték az fejezi ki, hogy az adott időpontban (vízszintes tengely) és adott skálán (függőleges tengely) mekkora hatás érte az adott idősort. Minél sötétebb a terület, annál erősebb a hatás. A WPS integrálja megegyezik a megfigyelt idősor varianciájával, tehát a megfelelő ábra varianciafelbontásként is értelmezhető.

Két idősor wavelet-koherenciája (WC) ugyanígy adott időpontban és időtávon mutatja a két idősort ért hatások kapcsolatának szorosságát. (A sötét ismét szorosabb hatást reprezentál.) A wavelet-koherencia 0 és 1 között bármilyen értéket felvehet, és minél nagyobb, annál erősebb együtt mozgást jelent (akár azonos, akár ellentétes irányba). A WC-ábrákon a szignifikáns tartományok (a fekete vonallal határolt területek) mutatják, hogy melyek az 5 százalékos szinten szignifikáns kapcsolatok. Az ábrákon vastag szaggatott vonal mutatja, hogy honnantól érvényesül az úgynevezett „peremhatás”. Ugyanis az idősorok szélein az eredmények nagyon bizonytalanná válnak, ezért a vastag szaggatott vonalon kívüli tartományban a teljesítményspektrum vagy a koherencia értelmezésétől eltekinthetünk.

<sup>3</sup> Komplex rendszerekkel foglalkozó tudósok persze régóta tapasztalták, hogy a stacionaritási hipotézis igen gyakran nem teljesül, és szükség van az időbeli inhomogenitást is kezelni tudó eljárásokra. Ezt a hagyományos módszerek bizonyos általánosításával is lehet elvben orvosolni („rövid” *Fourier*-transzformált vagy változó paraméterű idősortmodellekkel). A paraméterek időbeli változását (strukturális törését) tesztelik, és azok diagnózisát követően a becsléseket korrigálják (lásd például: *Hamilton*, 1994, 13. és 22. fejezet). Ez azonban nem a technika használatának automatikus következménye.

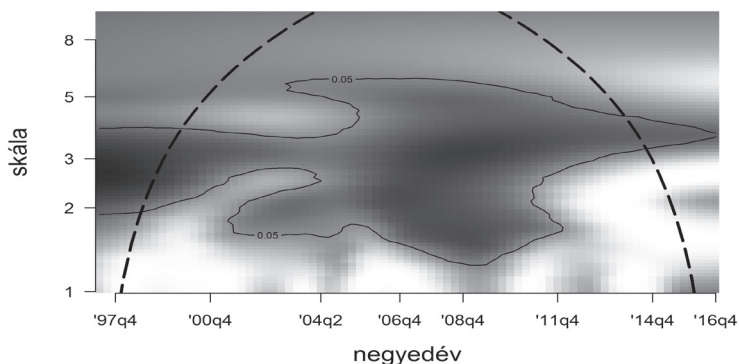
<sup>4</sup> Az 1. függelékben egy konstruált példán keresztül illusztráljuk a wavelet-módszer hatásosságát strukturális törések esetén.

*Egy példa: a német és a magyar export*

A magyar és a német export-export WC-ábrából több fontos megfigyelés adódik. A teljes időszak (1997–2016) alatt hároméves időtávon szignifikáns koherencia van, továbbá a másfél év és öt év közti időtávokon is elég nagy a koherencia. (Lásd az 1. ábrát.) A válság hatása is látszik: a 2008–2009-es időszakban minden időtávon szignifikáns a kapcsolat, de – mint látni fogjuk – a válság hatása korántsem olyan szembeötlő, mint más esetekben.

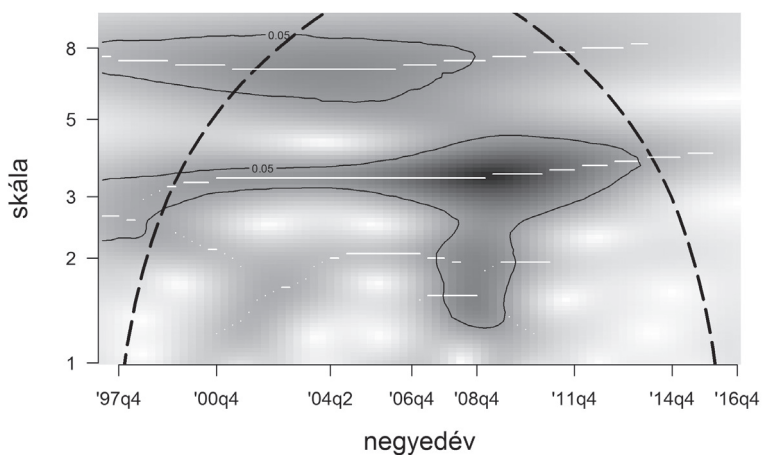
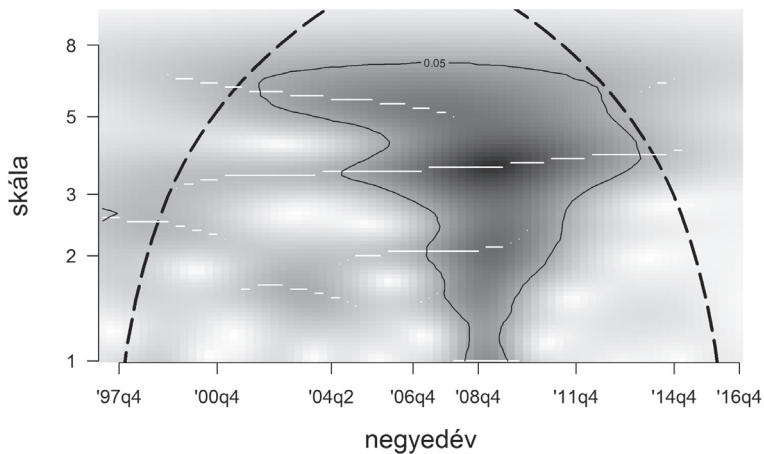
1. ábra

**A német export és a magyar export közötti wavelet-koherencia**



Ha megnézzük külön a WPS-ábrákat is, akkor azt tapasztaljuk, hogy a válság hatása szembeötlő. (Lásd a 2. ábrát.) A német export ingadozásainak java része a válságnak tudható be mind rövid, mind pedig hosszú távon. A magyar export ingadozása nem ennyire koncentrált a válság idejére, de itt is ez az időszak a legnagyobb hatású, és most is felfigyelhetünk a hároméves időtáv jelentőségére.

### A német és a magyar export WPS-ek



### Adatok és általános eredmények

Adataink az Eurostat teljes szezonálisan igazított változatlan (2010-es) áras export és import idősorai 1997 első negyedéve és 2016 negyedik negyedéve között. Minden esetben negyedéves növekedési ütemekkel (pontosabban logaritmusos differenciákkal)

számoltunk. Kétfajta wavelet-transzformáltunk van: export és import. Ezekből három-fajta – export-export, import-import, export-import – keresztwaveletet készíthetünk. Vizsgálódásunk eredményeit ezek a transzformáltak, illetve a belőlük származtatott statisztikák képezik, amelyeket csak az 1–6 éves időtartományra számoltunk ki.

A legkoherensebb időpont: amelyben az adott keresztwavelet-koherenciák átlaga a legnagyobb. Ezt az időpontot interpretálhatjuk úgy, mint amikor a két változó kapcsolata a legerősebb volt az összes számba vett időtáv közül. (A klasszikus időtartományi elemzésnél ez lenne a legnagyobb közös sokk időpontja.)

A legkoherensebb skála: amelyen az adott keresztwavelet-koherenciák átlaga a legnagyobb. Ezt a skálát interpretálhatjuk úgy, mint amelyen a két változó kapcsolata a legerősebb volt az összes időpont összességében. (A klasszikus frekvenciatartományi elemzésnél az ilyen hosszúságú ciklusok mozognának leginkább együtt a két változónál.)

A szignifikáns terület aránya: egy adott wavelet-koherencia-ábrán az élethatástól nem érintett területen belül annak a területnek az aránya, amelyen a koherencia 5 százalékon szignifikáns. Ez az összefoglaló mutatója annak, hogy milyen mértékben koherens a két változó.

### *1. stilizált tény*

*A 2008–2009-es válság volt a legnagyobb hatású esemény az exportra és importra egyaránt, és általában – néhány kivétellel – a koherencia növekedéséhez is vezetett.*

Az 1. táblázat és a hozzá tartozó hisztogram mutatja azt az időperiódust, amelyben az export-export keresztwaveletek koherenciája a legnagyobb volt. (Lásd a 3. ábrát.) Azt látjuk, hogy az esetek túlnyomó részében 2008–2009 valamelyik negyedéről van szó. Az export wavelet-teljesítmény ábrákon ránézésre ugyanez a benyomásunk. (Lásd a 4. ábrát.) Ez úgy interpretálható, hogy egyfelől majdnem minden ország exportját a legnagyobb hatású sokk ebben az időszakban érte, és hogy ezek a sokkok koherensek voltak, vagyis „közösen hatottak”. A legfontosabb kivétel – mint látni fogjuk – Írország, amely majdnem minden szempontból kivételes. (A megfelelő import-import és export-import táblázatok ugyanezt a képet mutatják, ezeket nem közöljük.)

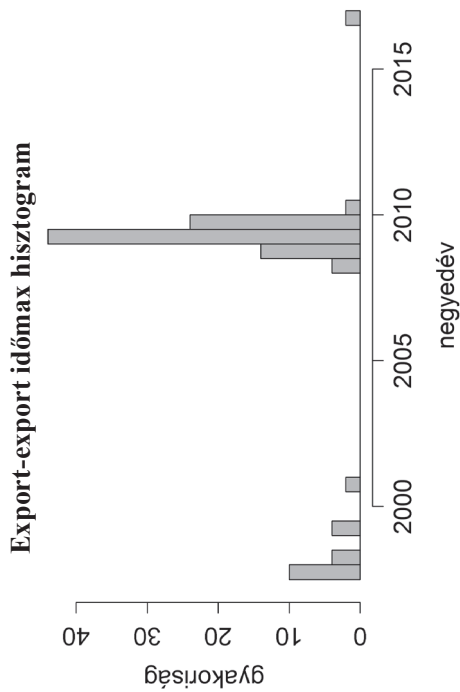


Export-export időmax tábla

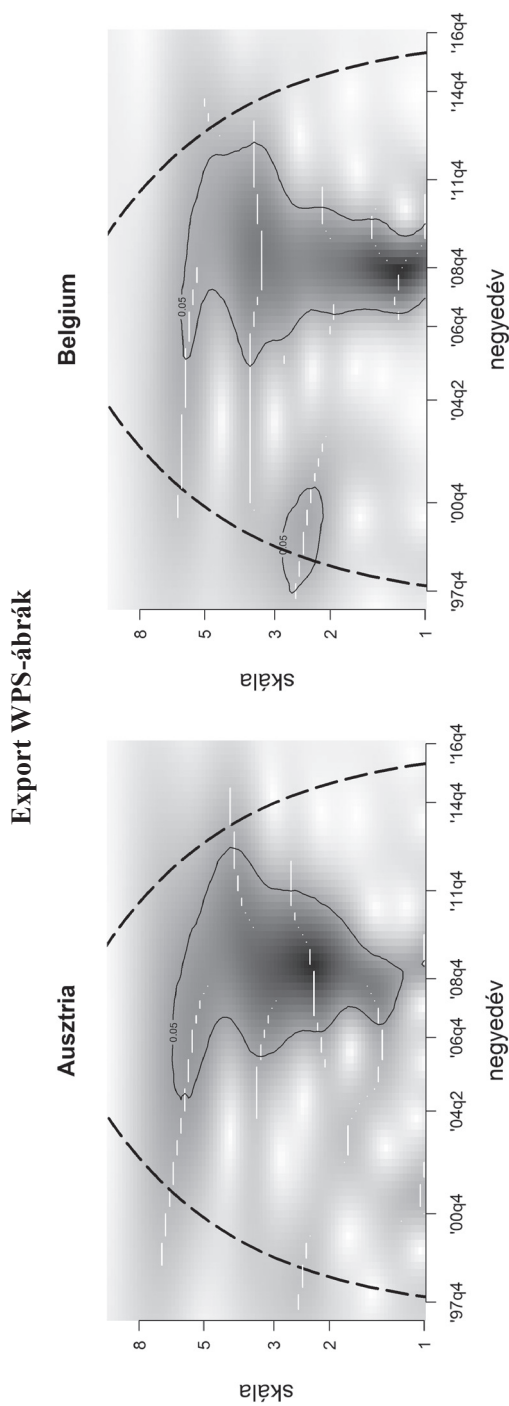
	EU-28	Belgium	Csehország	Németország	Észtország	Írország	Görögország	Magyarország	Ausztria	Szlovénia	Szlovákia
EU-28	–	2009,5	2009,75	2009,75	2009,75	1999,25	2009	1997,5	2009,5	2009,75	2009,5
Belgium	2009,5	–	2009,5	2009,75	2009,5	1998	2009	2009,25	2009,5	2009,5	2009,5
Csehország	2009,75	2009,5	–	2009,5	2009,5	1998,5	2009	2009,75	2009,25	2009,5	2010
Németország	2009,75	2009,75	2009,5	–	2009,75	1998,5	2009,25	2009,25	2009,75	2009,75	2009
Észtország	2009,75	2009,5	2009,5	2009,75	–	2008,5	1997,5	2009	2009,5	2009,25	2009,75
Írország	1999,25	1998	1998,5	1998,5	2008,5	–	2017	2001	1999,5	2008,25	1997,75
Görögország	2009	2009	2009	2009,25	1997,5	2017	–	2010,5	2009,25	2009,25	1997,5
Magyarország	1997,5	2009,25	2009,75	2009,25	2009	2001	2010,5	–	2008,75	2009,25	2009,75
Ausztria	2009,5	2009,5	2009,25	2009,75	2009,5	1999,5	2009,25	2008,75	–	2008,75	2009,25
Szlovénia	2009,75	2009,5	2009,5	2009,75	2009,25	2008,25	2009,25	2009,25	2008,75	–	2009,5
Szlovákia	2009,5	2009,5	2010	2009	2009,75	1997,75	1997,5	2009,75	2009,25	2009,5	–

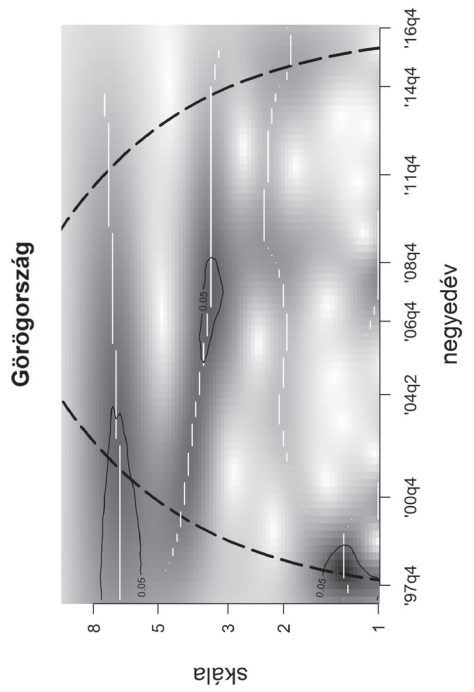
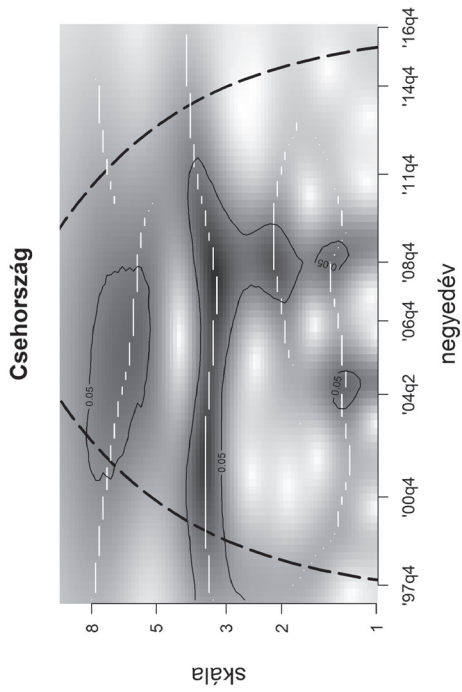
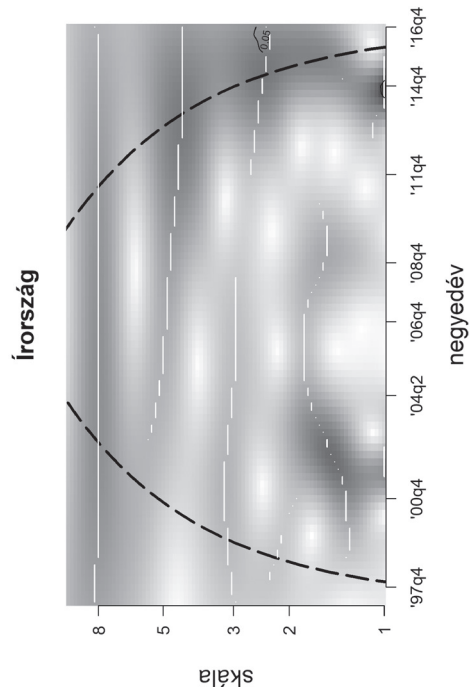
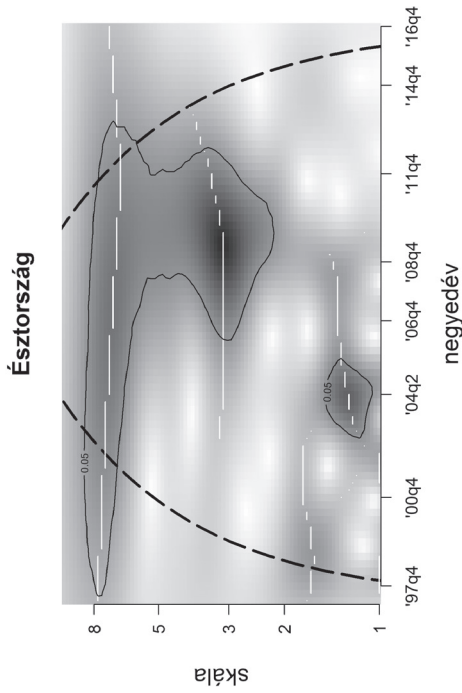
Megjegyzés: A színezés a 2008–2009-es negyedévekben világgösszürke háttérrel. A számok mindig a negyedév végét jelölik, így például 2009 jelenti 2008. 4. negyedévet, 2009,25 pedig 2009. első negyedévet.

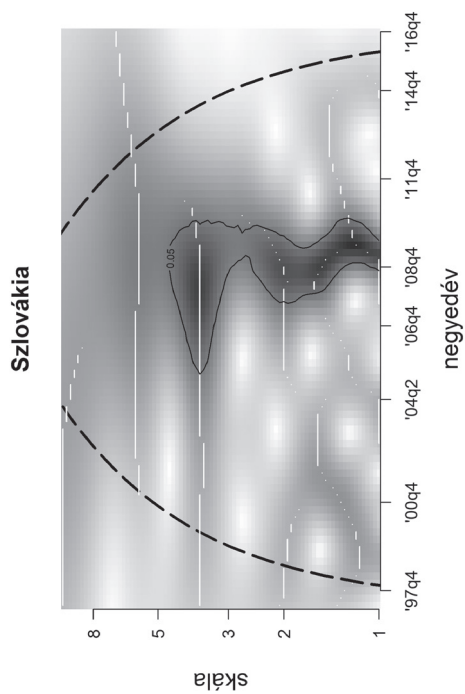
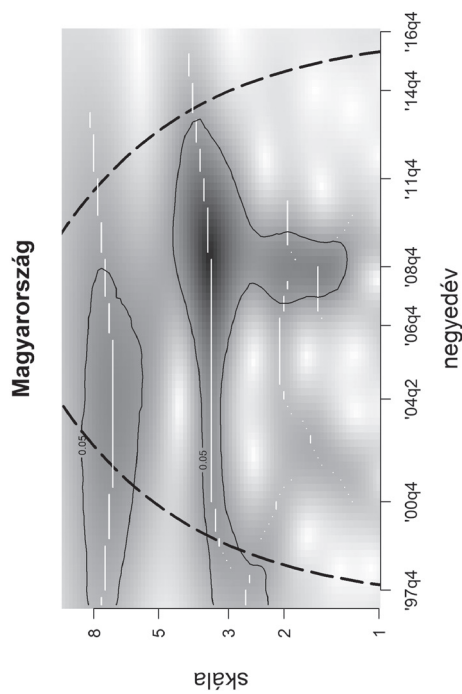
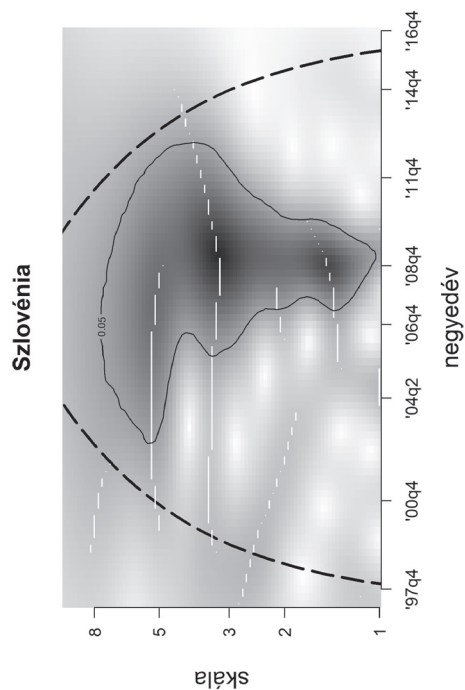
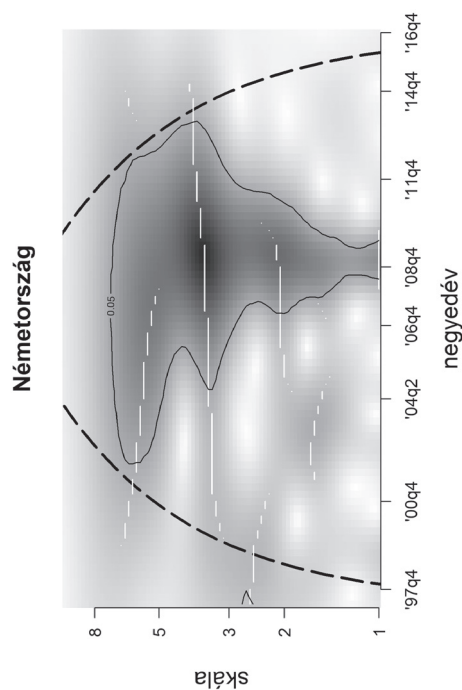
3. ábra



4. ábra







2. stilizált tény

*A koherencia a hároméves skála fölött tetőzik, ennél rövidebb távon lényegesen kisebb a koherencia az egyes országpárok kereskedelme között.*

A 2. táblázat azt az időtávot mutatja, amelyen az export-export keresztwaveletek koherenciája a legnagyobb. A 2. táblázatból és a hozzá tartozó hisztogramból (lásd az 5. ábrát) az derül ki, hogy a koherencia inkább hosszabb távon jelentős az egyes országpárok exportja között, a maximumok általában három év felett vannak, és két év alatt csak Írország esetében találhatunk értékeket. Írország azonban kivételes eset. (A megfelelő import-import és export-import táblázatok ismét ugyanezt a képet adják.)

5. ábra



**Export-export skálamax**

	EU-28	Belgium	Csehország	Németország	Észtország	Írország	Görögország	Magyarország	Ausztria	Szlovénia	Szlovákia
EU-28	–	5,43	5,90	5,43	3,78	1,74	3,29	3,58	5,90	4,86	5,58
Belgium	5,43	–	5,90	5,90	3,68	5,13	3,48	3,89	5,90	3,39	5,43
Csehország	5,90	5,90	–	5,90	3,20	4,35	3,20	3,39	5,90	5,90	5,90
Németország	5,43	5,90	5,90	–	3,58	1,74	3,12	3,39	5,90	5,58	5,90
Észtország	3,78	3,68	3,20	3,58	–	3,89	3,12	3,39	3,68	3,68	3,12
Írország	1,74	5,13	4,35	1,74	3,89	–	1,60	4,72	4,72	1,00	1,36
Görögország	3,29	3,48	3,20	3,12	3,12	1,60	–	3,48	3,20	3,12	3,48
Magyarország	3,58	3,89	3,39	3,39	3,39	4,72	3,48	–	3,78	3,29	3,39
Ausztria	5,90	5,90	5,90	5,90	3,68	4,72	3,20	3,78	–	5,58	5,74
Szlovénia	4,86	3,39	5,90	5,58	3,68	1,00	3,12	3,29	5,58	–	5,90
Szlovákia	5,58	5,43	5,90	5,90	3,12	1,36	3,48	3,39	5,74	5,90	–

Megjegyzés: A színezés: 3–5 év közötti világosszürke, 5 év felett sötétszürke háttérrel.

3. stilizált tény

*Az exportok közti kölcsönhatás általában erősebb, mint az importok közötti, az egyes országokban az export-import-koherenciák általában erősek.*

Ha összevetjük a szignifikáns területarányokat az export-export és import-import a 3. és a 4. táblázatoknál, akkor azt találjuk, hogy az 55 relációból csak 18 esetben nagyobb a koherencia az import, mint az export esetében. Az egyes országok saját export-import-koherenciáit vizsgálva azt találjuk, hogy az erős mindenhol, a leggyengébb azonban Németország, Írország és Görögország esetében. (Lásd az 5. táblázatot.)

3. táblázat

**Export-export szignifikáns területek aránya**

	EU-28	Belgium	Csehország	Németország	Észtország	Írország	Görögország	Magyarország	Ausztria	Szlovénia	Szlovákia
EU-28	–	0,55	0,33	0,69	0,29	0,09	0,15	0,51	0,63	0,54	0,36
Belgium	0,55	–	0,30	0,45	0,30	0,09	0,15	0,45	0,45	0,51	0,30
Csehország	0,33	0,30	–	0,31	0,27	0,08	0,17	0,37	0,33	0,30	0,23
Németország	0,69	0,45	0,31	–	0,33	0,07	0,17	0,49	0,63	0,57	0,42
Észtország	0,29	0,30	0,27	0,33	–	0,02	0,11	0,21	0,36	0,37	0,26
Írország	0,09	0,09	0,08	0,07	0,02	–	0,03	0,15	0,06	0,09	0,05
Görögország	0,15	0,15	0,17	0,17	0,11	0,03	–	0,18	0,12	0,18	0,13
Magyarország	0,51	0,45	0,37	0,49	0,21	0,15	0,18	–	0,44	0,35	0,26
Ausztria	0,63	0,45	0,33	0,63	0,36	0,06	0,12	0,44	–	0,69	0,29
Szlovénia	0,54	0,51	0,30	0,57	0,37	0,09	0,18	0,35	0,69	–	0,32
Szlovákia	0,36	0,30	0,23	0,42	0,26	0,05	0,13	0,26	0,29	0,32	–

Megjegyzés: A színezés: a világosszürke háttér a szignifikáns területek alacsony, a sötétszürke ezek magas arányát jelölik.



4. táblázat

## Import-import szignifikáns területek aránya

	EU-28	Belgium	Csehország	Németország	Észtország	Írország	Görögország	Magyarország	Ausztria	Szlovénia	Szlovákia
EU-28	–	0,47	0,31	0,53	0,29	0,04	0,17	0,46	0,57	0,38	0,41
Belgium	0,47	–	0,34	0,38	0,21	0,03	0,17	0,29	0,42	0,31	0,25
Csehország	0,31	0,34	–	0,27	0,17	0,02	0,11	0,34	0,46	0,32	0,26
Németország	0,53	0,38	0,27	–	0,27	0,04	0,26	0,31	0,37	0,35	0,39
Észtország	0,29	0,21	0,17	0,27	–	0,04	0,13	0,22	0,35	0,40	0,34
Írország	0,04	0,03	0,02	0,04	0,04	–	0,02	0,04	0,03	0,00	0,08
Görögország	0,17	0,17	0,11	0,26	0,13	0,02	–	0,25	0,11	0,18	0,15
Magyarország	0,46	0,29	0,34	0,31	0,22	0,04	0,25	–	0,41	0,34	0,32
Ausztria	0,57	0,42	0,46	0,37	0,35	0,03	0,11	0,41	–	0,41	0,36
Szlovénia	0,38	0,31	0,32	0,35	0,40	0,00	0,18	0,34	0,41	–	0,29
Szlovákia	0,41	0,25	0,26	0,39	0,34	0,08	0,15	0,32	0,36	0,29	–

Megjegyzés: A színezés: A világosszürke háttér a szignifikáns területek alacsony, a sötétszürke ezek magas arányát jelölik.

5. táblázat

Export-import szignifikáns területek aránya

	EU-28	Belgium	Csehország	Németország	Észtország	Írország	Görögország	Magyarország	Ausztria	Szlovénia	Szlovákia
EU-28	0,79	0,53	0,32	0,55	0,30	0,04	0,14	0,44	0,56	0,50	0,31
Belgium	0,44	0,79	0,30	0,34	0,25	0,07	0,20	0,36	0,34	0,42	0,17
Csehország	0,33	0,29	0,79	0,29	0,31	0,03	0,18	0,47	0,38	0,33	0,19
Németország	0,39	0,40	0,24	0,42	0,24	0,05	0,11	0,37	0,39	0,36	0,35
Észtország	0,30	0,28	0,23	0,34	0,47	0,04	0,10	0,22	0,37	0,39	0,35
Írország	0,10	0,06	0,06	0,07	0,01	0,32	0,01	0,14	0,09	0,06	0,02
Görögország	0,18	0,18	0,14	0,17	0,06	0,06	0,32	0,14	0,10	0,14	0,25
Magyarország	0,40	0,31	0,31	0,36	0,22	0,11	0,20	0,58	0,33	0,36	0,32
Ausztria	0,57	0,47	0,38	0,54	0,34	0,04	0,13	0,46	0,61	0,50	0,32
Szlovénia	0,35	0,37	0,28	0,40	0,35	0,04	0,15	0,30	0,42	0,47	0,36
Szlovákia	0,45	0,29	0,30	0,41	0,27	0,06	0,11	0,29	0,38	0,41	0,66

Megjegyzés: A színezés: a világosszürke hátterek a szignifikáns területek alacsony, a sötétszürkéek ezek magas arányát jelölik. A sorok az adott ország importjához, az oszlopok pedig annak exportjához tartoznak.

4. stilizált tény

*Az Európai Unióval való kereskedelmi integráltság szempontjából a mintában szereplő országok között Németország, Ausztria, Belgium, Magyarország és Szlovénia az éllovasok.*

A 3., 4. és 5. táblázatból az EU-28-hoz tartozó oszlopokat és sorokat vizsgáljuk. Az exportok koherenciája tekintetében az előbbieken felsorolt öt ország az éllovas, az importkoherenciában pedig csatlakozik hozzájuk Szlovákia. Mivel Németország lényegesen nagyobb a többiekénél, természetesnek vehető, hogy Németország koherenciája az EU-28-hoz nagy. Az EU-28 importja elsősorban az EU-28 exportjával koherens, ami nem meglepő. Az egyes országok közül Ausztria, Belgium, Németország, Magyarország és Szlovénia exportjai a legkoherensebbek az EU egész importjával. Ha az EU-28 exporttal való importkoherenciákat vesszük figyelembe, ugyanezen országok és Szlovákia koherenciája a legnagyobb. Érdekes, hogy Ausztria határozottan megelőzi Németországot.

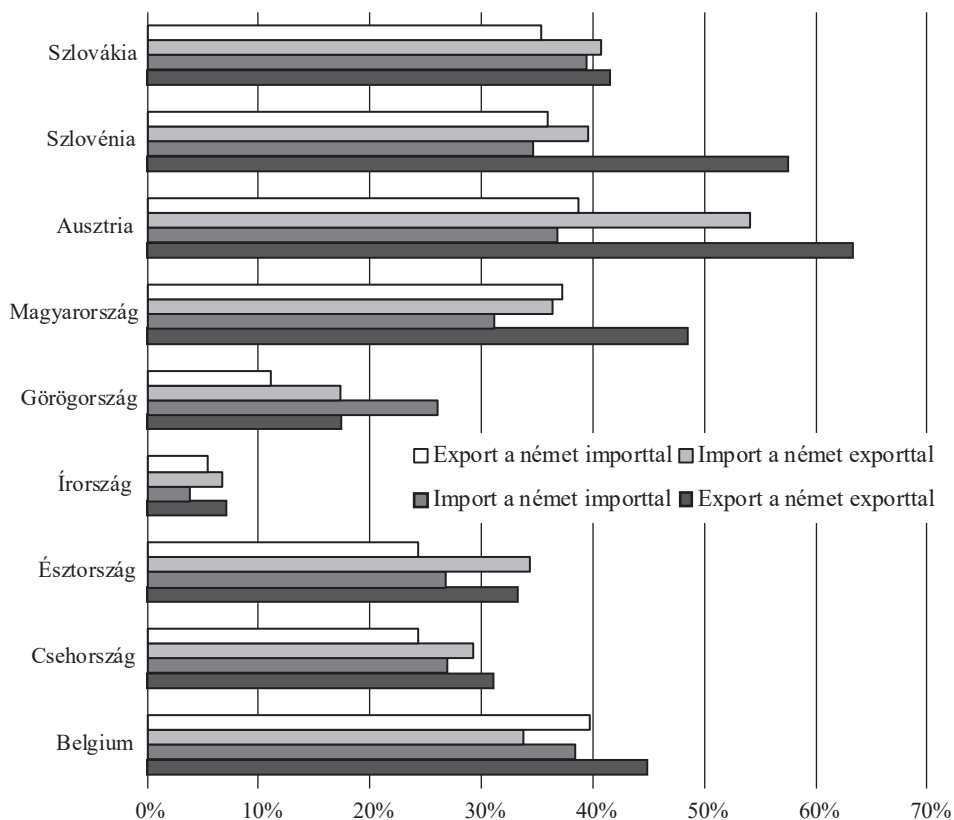
5. stilizált tény

*A német kereskedelem kapcsolatai legerősebbek elsősorban Ausztriával és másodikként Belgiummal, míg Görögországgal és Írországgal a koherencia meglehetősen kicsi.*

Az export-export-koherencia terén az osztrák és szlovén koherencia a legerősebb, de Görögország és Írország kivételével a többi országgal is jelentős. (Lásd a 6. ábrát.) Az import-import-koherenciák általában gyengébbek, e téren a belga, az osztrák és a szlovák koherencia vezet. A német import leginkább a belga, az osztrák, a magyar és a szlovén exporttal koherens. A német export általános együtt mozgása kiemelkedően az osztrák importtal a legerősebb.

**A szignifikáns wavelet-koherenciák aránya a német külkereskedelemben**

(Az 5 százalékon szignifikáns koherenciával jellemzett területek aránya)



6. stilizált tény

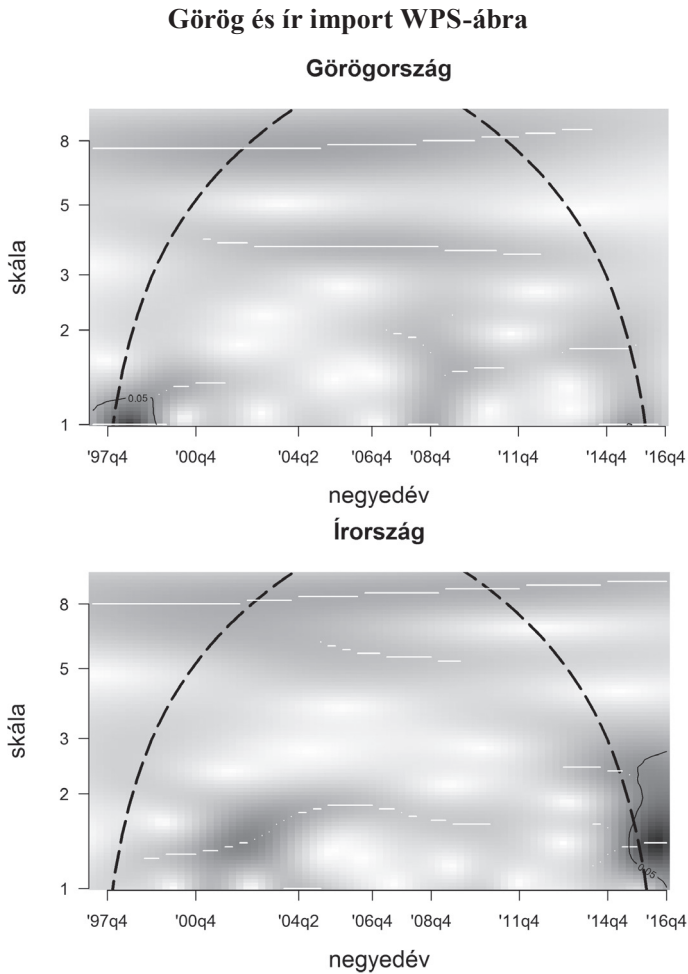
*Írország és Görögország nagyon különbözik az összes többi országtól, külkereskedelmük alig mutat kapcsolatot a többiekével.*

Különösképpen Írország kereskedelme látszik függetlennek a többi országtól, beleértve az egész EU-28-at. A szignifikáns területek aránya majdnem minden esetben (import, export, export-import) 10 százalék alatt van, az egyetlen kivétel Magyarország, amelynek az esetében valamivel nagyobb koherenciák előfordulnak. Nemcsak a koherenciák, hanem a teljesítményspektrumok is lényegesen eltérnek Írország esetében a többi országtól. Ebből úgy tűnhet, mintha Írország külkereske-

delmét nem érte volna rendkívüli hatású eseményként a 2008-as válság, de előtte és utána sem mutat koherenciát a többi országgal. (Lásd a 7. ábrát.)

Görögország esetében a szignifikáns területek aránya valamivel nagyobb, de egyetlen esetben sem magas más koherenciákhoz viszonyítva. Érdekes módon itt is a legmagasabb koherenciákat még Magyarországnál találjuk. A görög teljesítményspektrumoknál sem látszik nagy hasonlóság a többi országgal, úgy tűnik, mintha itt sem a válság lett volna a legnagyobb hatású esemény a kereskedelemben, habár a koherencia más országok kereskedelmével viszonylag erősebb a válság idején.

7. ábra



## Következtetések

Azzal kezdtük, hogy a wavelet-elemzés legfőbb célja tények felfedezése, előzetes adatelemzés. Alapvetően kétfajta eredményt kaptunk: egyfelől az idősorelemzéssel, előrejelzéssel foglalkozók számára van mondanivalónk, másodsorban pedig azoknak szolgálhatunk megoldandó talányokkal, akik a kereskedelem finomabb struktúráját kutatják.

A válság jelentősége a kereskedelemre triviálisnak tűnik, úgy tűnik, azt kapjuk, amit vártunk. Valójában a wavelet-elemzés többet mond annál, hogy a válság egy „közös nagy sokk”, mert azt is állítja, hogy a válság felerősítette az együtt mozgást. Tehát ha egy elemző vagy előrejelző a jövőben a múltbeli korrelációkból igyekezne következtetéseket levonni, akkor a válság idején megfigyelt adatok használata túlzottan erős rövid távú korrelációt mutatna, ami torzítaná az előrejelzést, és ezt ajánlatos korrigálni. Viszont a második stilizált tényben megfogalmazott eredmény az időtávok szerepéről azt állítja, hogy bár a három évnél rövidebb távú együtt mozgás esetleges lehet, viszont hosszabb távon a jól integrált kis országok kereskedelme vélhetően erősen együtt fog mozogni a német kereskedelemmel, míg a kevésbé integrált országok esetében ez nem várható. Az integráltság következményeiről – arról, hogy milyen mértékben jelent ez kockázatot és/vagy milyen mértékben használható biztosításként – nem tudunk mit mondani. Sejtésünk szerint erről egy lényegesen dezaggregáltabb elemzés tudna hasznos információval szolgálni.

Hogyan osztályozhatjuk a mintában található kisebb – Magyarországhoz ilyen vagy olyan szempontból hasonló – országokat? Az EU-28-hoz (és Németországhoz) való kereskedelmi integráltság szempontjából négy csoport látszik elkülönülni. 1. Belgium és Ausztria: a legerősebben integrálódott országok. 2. Magyarország, Szlovénia és Szlovákia: valamivel gyengébb integráció, Magyarország esetében az import, Szlovákia esetében pedig az export területén jellemző a kisebb koherencia. 3. Csehország és Észtország: közepesen erős integráltság, semmilyen szempontból sem szélsőséges. 4. Görögország és Írország: gyenge integráltság.

Fontos megfigyelés az, hogy a belga és az osztrák kereskedelem koherensebbnek tűnik Németországgal, mint a gyakran Németország beszállítóinak tekintett kelet-közép-európai országok kereskedelme.<sup>5</sup> Ez Ausztria esetében lehet bizonyos fokig a párhuzamos kereskedelmi stratégiák következménye. Mint *Stehrer–Stöllinger* [2013]

<sup>5</sup> Például Csehország esetében egy tanulmány (*Taušer–Arltová–Žamberský*, 2015) úgy fogalmaz: „The Czech economy can be considered a part of German distribution channels, which serves as its specialized outsourced production capacity.”

megállapítja, az osztrák kereskedelem vertikális specializációja fokozódott 1995 után, és a külföldi hozzáadott érték szinte állandóan nőtt az osztrák exportban. Érdekes módon visszaesett a válság idején, amit a szerzők részben összetételhatásokkal, részben pedig a feladatok ideiglenes belföldiesítésével (re-shoring) magyaráznak.

Koherencián alapuló csoportosításunkat a volt szocialista országok esetében érdemes összevetni *Éltető* [2014] hagyományos statisztikai módszereket alkalmazó, ám több adattal végzett elemzéséből adódó csoportosításával. Nála Csehország, de Észtország is a legintegráltabb csoportba tartozik, míg Szlovénia a kevésbé integráltak közé. Az, hogy Észtország koherenciája kevésbé erős, talán nem annyira meglepő. Észtországnak a jelentős nemzetközi integráltságot jelző közbenső termék exportjában Németország ugyanis csak a negyedik helyet foglalja el (*Ali-Yrkkö et al.*, 2017). Viszont Csehország igazi talány. Egy fogódzó lehet talán az árfolyam-volatilitás, ami *Šimáková* [2014] eredményei szerint kereskedelmet csökkentő hatású. A sorból látszólag kilógó másik ország Szlovénia, amely kevésbé látszik integráltnak a nemzetközi termelési hálózatokban, mint Csehország, Szlovákia, Magyarország vagy Észtország.

Írország esete első látásra meglepőnek tűnhet. Írország export/GDP hányadosa nagyon magas, azt várnánk, hogy a világgazdaság visszaesésének nagy hatása volt Írországra, amely súlyos gondokkal küzdött 2008 után. Eredményeink azt látszanak igazolni, hogy Írország problémái között a világkereskedelem visszaesésének kevés szerepe volt. Ez jól meg volt alapozva azzal, hogy sem a válság előtt és azóta sem mutat szignifikáns koherenciát az EU-28 és Németország kereskedelmével (*Whelan*, 2014). Egy lehetséges sejtés az, hogy Írország relatíve magas szolgáltatásexport-arányának, egy alternatív olvasatban adóparadicsom jellegének pozitív hatásait tapasztaljuk (*Stewart*, 2013).

Görögország példája nyilván sajátos, jóval kisebb az export/GDP aránya (*Éltető*, 2014). Nem gondolhattuk azt, hogy a kereskedelem visszaesése elsődleges fontosságú a görög válság intenzitása szempontjából. Ebben az esetben azt látjuk, hogy a nagyon alacsony koherenciákat a válság felerősítette, vagyis azt sejthetjük, hogy a kereskedelmi válság extra negatív hatást gyakorolt a görög gazdaságra (*Arkolakis et al.*, 2015).

Milyen hatással van egy országra a külkereskedelmi koherencia? Aggregált idősorokból nyilván erre a kérdésre nem adható válasz. Dezaggregált elemzések bizonyítani látszanak, hogy Németország egyre határozottabban a tevékenységspecializáció irányába mozog, és a német vállalatok a kitelepíthető feladatokat végeztetik el külföldi leányvállalataiknál (*Becker–Muendler*, 2015). Az osztrák külföldi hozzá-

adottérték-arány visszaesése viszont azt látszik igazolni, hogy a belföldiesítés nem lehetetlen. Ez arra utal, hogy egy ország – amely a kitelepíthető feladatok alapján koherens a német kereskedelemmel – fokozottan ki van téve a német kereskedelem ingadozásainak. Dezaggregált adatok elemzése mondhat valamit erről a hipotézisről és arról is, hogy ennek milyen szerepe volt a válságban például Magyarországon.

\*\*\*

A wavelet-elemzés a hagyományos idősor-elemzési eszközök egyik alternatívája. Úgy tekinthetünk rá, mint egy olyan tényfeltáró mechanizmusra, amely automatikusan nagyobb hatékonysággal képes összefüggéseket kibányászni bizonyos nem-stacionárius idősorokból, mint az idő- vagy frekvenciatartományi megközelítések.<sup>6</sup> Vizsgálatunk során hat stilizált tényrt azonosítottunk. Ezek némelyikét vélhetőleg a hagyományos módszerek is kimutatnák. Van azonban olyan is, amelyet valószínűleg nem. Például az adatok egyszerű teljesítményspektruma majdnem minden idősnál jelez valamilyen 3 évnél rövidebb ciklust, de a wavelet-elemzésből világosan kiderül, hogy ez csak a válság időszakára érvényes.

A stilizált tényeket az előző szakaszban igyekeztünk értelmezni, kontextusba helyezni az irodalom alapján. Bízunk abban, hogy a témával foglalkozók már ezekben is találnak érdekes, tovább gondolásra érdemes megfontolásokat. A magunk számára a legfontosabb konklúzió az, hogy a továbblépéshez nagyobb adathalmazra van szükség mind keresztmetszetileg, mind pedig az adatok dezaggregáltóságát tekintve.

*1. függelék*

### **Technikai megjegyzések és illusztráció a wavelet-számításokhoz**

A tanulmányban folytonos, tehát nem diszkrét wavelet-elemzéseket mutatunk be. A wavelet nem egyértelmű, végtelenül sokféle konkrét wavelet-transzformáció létezhet. Mi *Aguiar-Conraria-Soares* [2014] wavelet-transzformációs programját használtuk, és az általuk kifejlesztett R toolbox alapján végeztük el az elemzést.<sup>7</sup> Ebben a Morlet (komplex) waveletet használjuk. A komplex Morlet-wavelet egy szabad paraméterrel rendelkezik, az  $\omega_0 = 6$  beállítást választottuk. (Ennek indokairól lásd: *Aguiar-Conraria-Soares*, 2014) A szignifikáns területek meghatározásánál az

<sup>6</sup> Visszaautalunk a 3. és 4. lábjegyzetre: a hagyományos módszerek is módosíthatók ilyen irányba, ez azonban egyedi beavatkozást igényel.

<sup>7</sup> Lásd: <https://sites.google.com/site/aguiarconraria/joanasoares-wavelets/the-astoolbox>



ARMA(1,1) nullhipotézissel dolgoztunk, a peremhatás kezeléséhez pedig a hiányzó értékeket *Aguiar-Conrreira–Soares* [2014] megoldását követve nullával helyettesítettük.

A folytonos wavelet-analízis illusztrálására két szimulált idősor kapcsolatát vizsgáljuk. E hipotetikus példában 200 periódussal dolgozunk, ahol a *TS1*, illetve *TS2* idősorok az alábbi adatgeneráló folyamat eredményeként állnak elő:

$$TS1(t) = 1,5 \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{8} \cdot t\right) + \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{24} \cdot t\right) + \varepsilon_1(t) \quad (t=1; \dots; 200)$$

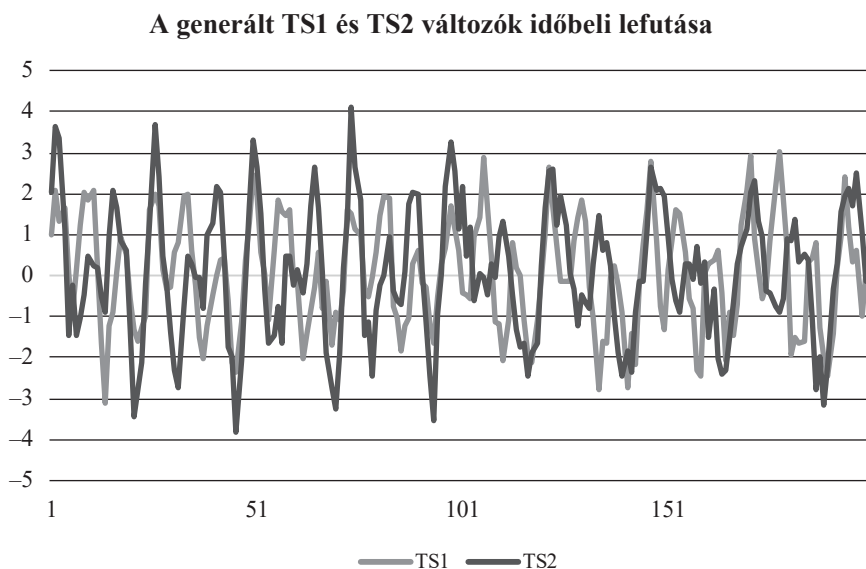
$$TS2(t) = 1,5 \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{8} \cdot t\right) + 1,5 \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{12} \cdot t\right) + \varepsilon_2(t) \quad (t=1; \dots; 100)$$

$$TS2(t) = 1,5 \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{12} \cdot t\right) + \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{24} \cdot t\right) + \varepsilon_2(t) \quad (t=101; \dots; 200)$$

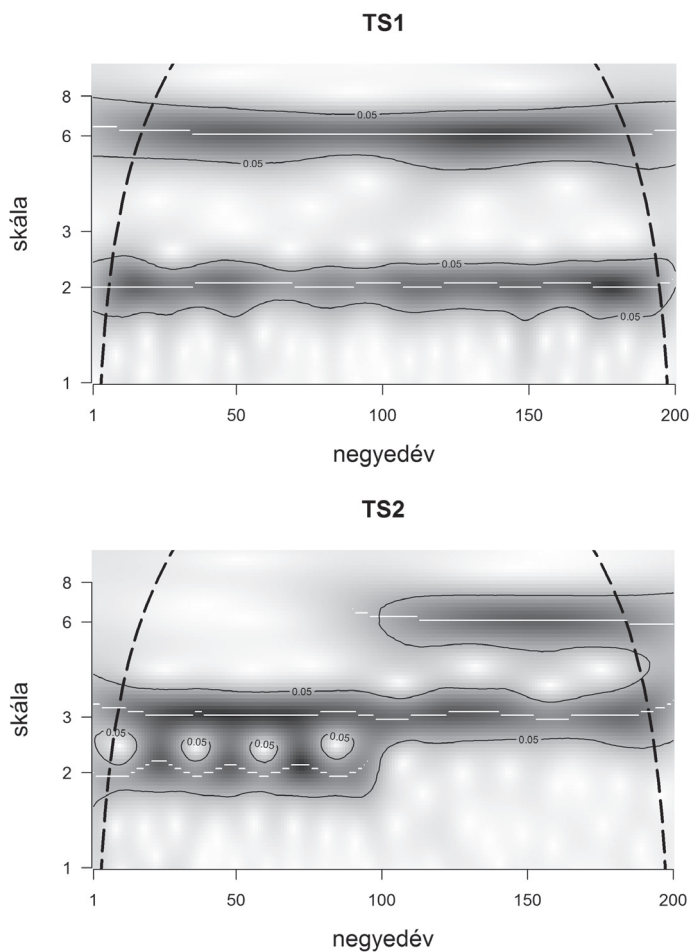
Ahol:  $t$  jelöli az időszakot,  $\varepsilon_1$  és  $\varepsilon_2$  pedig gaussi fehér zajok. Mindkét hibatag normális eloszlást követ 0 várható értékkel és 0,5-es szórással. Mivel egy szinuszfüggvény 0 és  $2\pi$  között ír le egy teljes hullámot, ezért a szinuszfüggvényben található hányados nevezője határozza meg, hogy hány periódus hosszú ciklusról van szó. Ennek értelmében a következő megállapításokat tehetjük:

- a *TS1* idősor egy 8 és egy 24 periódusú ciklus összegéből adódik,
- a *TS2* idősor végig tartalmaz egy 12 periódusú ciklust, de ezen felül az első 100 periódusban egy 8, míg az utolsó 100-ban egy 24 periódusú ciklus is részét képezi,
- ebből kifolyólag a minta első felében a 8, míg a másodikban a 24 periódusú tartományban mozog együtt a két változó.

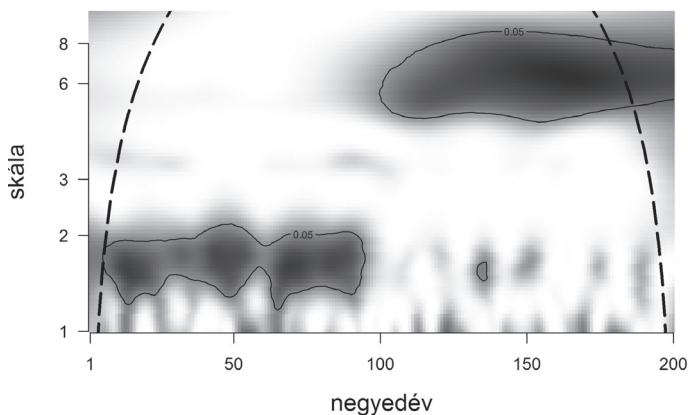
Az idősorok egyszerű ábrázolásából jól látható, hogy mindkettőt erős ciklikusság jellemzi, és az is, hogy *TS2* esetében a 100. periódus környékén valamilyen strukturális törés következett be. Míg a két változó között az első 100 periódusban 0,53-as, addig a másodikban már csak 0,27-es korrelációt mérhetünk. Ugyanakkor a ciklikus összefüggések innen még nem olvashatóak le. (Lásd az 1. függelék 1. ábráját.)



A wavelet-teljesítményspektrumokra és -koherenciákra vonatkozó becslések elég jól visszaadják a mögöttes folyamatokat. A *TS1* idősor esetén a teljesítményspektrumok helyesen azonosítják mind a 8, mind a 24 periódusú ciklusok jelenlétét. *TS2* teljesítményspektrumának ábrázolásából pedig az olvasható le, hogy végig rendelkezik egy mintegy 12 periódus hosszúságú ciklussal, ami mellett az első 100 periódusban egy 8, a másodikban pedig egy 24 periódusú ciklus jelenik meg. A wavelet-teljesítményspektrumok tehát nem csupán a teljes időszakra jellemző frekvenciák kimutatására voltak alkalmasak, hanem a komponensek változását és a törés időpontját is meglehetősen pontosan becsülték. (Lásd az 1. függelék 2. ábráját.)



Szintén pozitív képet fest a módszer használhatóságáról a wavelet-koherenciák ábrázolása. Ez azt mutatja, hogy a két idősor a minta első felében a 1,5–2, a másodikban pedig a 6 éves tartományban mozgott együtt. Látható, hogy a szignifikáns területek relatíve széles tartományt fednek le, azaz (részben a zaj jelenléte miatt) a módszer még egy ilyen vegytiszta esetben sem tudja teljesen precízen és egyértelműen visszaadni a közös frekvenciát, de azért elég jó közelítést biztosít. (Lásd az 1. függelék 3. ábráját.)



#### Felhasznált irodalom

- Aguiar-Conraria, L. – Soares, M. J.* [2011]: Oil and the macroeconomy: using wavelets to analyze old issues. *Empirical Economics*, Vol. 40., No. 3., 645–655. o.
- Aguiar-Conraria, L. – Soares, M. J.* [2014]: The Continuous Wavelet Transform: moving beyond uni- and bivariate analysis. *Journal of Economic Surveys*, Vol. 28., No. 2., 344–375. o.
- Ali-Yrkkö, J. – Mattila, J. – Seppälä, T.* [2017]: Estonia in Global Value Chains. The Research Institute of the Finnish Economy, No. 69.
- Arkolakis, C. – Doxiadis, A. – Galenianos, M.* [2015]: The challenge of trade adjustment in Greece. Letölthető: [https://pure.royalholloway.ac.uk/portal/files/26649214/arkolakis\\_doxiadis\\_galenianos\\_greek\\_trade\\_adjustment\\_september\\_2014.pdf](https://pure.royalholloway.ac.uk/portal/files/26649214/arkolakis_doxiadis_galenianos_greek_trade_adjustment_september_2014.pdf)
- Becker, S. O. – Muendler, M. A.* [2015]: Trade and tasks: an exploration over three decades in Germany. *Economic Policy*, Vol. 30., No. 84., 589–641. o.
- Christiano, L. J. – Fitzgerald, T. J.* [2003]: The band pass filter. *International Economic Review*, Vol. 44., No. 2., 435–465. o.
- Crowley, P. – Mayes, D.* [2008]: How fused is the Euro area core? An evaluation of growth cycle comovement and synchronization using wavelet analysis. *OECD Journal, Journal of Business Cycle Measurement and Analysis*, Vol. 4., No. 1., 63–95. o.
- Éltető, A.* [2014]. Foreign trade trends in the EU-10 countries. In: *Mind the Gap, Integration Experiences of the Ten Central and Eastern European Countries*. CERS of the Hungarian Academy of Sciences, 41–60. o.
- Éltető, A.* [2014]. Foreign trade trends in the EU-10 countries. In: *Mind the Gap, Integration Experiences of the Ten Central and Eastern European Countries*. CERS of the Hungarian Academy of Sciences, 41–60. o.
- Foufoula-Georgiou, E. – Kumar, P.* [1994]: Wavelet Analysis in Geophysics: An Introduction. *Wavelet Analysis and Its Applications*, Vol. 4., 1–43. o.
- Goupillaud, P. – Grossman, A. – Morlet, J.* [1984]: Cycle-octave and related transforms in seismic signal analysis. *Geoexploration*. Vol. 23., No. 1., 85–102. o.
- Hamilton, J. D.* [1994]: *Time series analysis*. Princeton University Press, Princeton.

- Hudgins, L. – Friehe, C. – Mayer, M. [1993]: Wavelet transforms and atmospheric turbulence. *Physics Review Letters*, Vol. 71., No. 20., 3279–3282. o.
- Nason, G. [2010]: Wavelet methods in statistics with R. Springer Science – Business Media.
- Ramsey, James B. [2002]: Wavelets in economics and finance: Past and future. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, Vol. 6., Issue 3.
- Percival, D. B. – Walden, A. T. [2006]: Wavelet methods for time series analysis. Cambridge University Press, Vol. 4.
- Ramsey, J. – Lampart, C. [1998]: Decomposition of economic relationships by time scale using wavelets. *Macroeconomic Dynamics*, Vol. 2., No. 1., 49–71. o.
- Rua, A. [2010]: Measuring comovement in the time-frequency space. *Journal of Macroeconomics*, Vol. 32., No. 2., 685–691. o.
- Rua, A. – Nunes, L. C. [2009]: International comovement of stock market returns: A wavelet analysis. *Journal of Empirical Finance*, Vol. 16., No. 4., 632–639. o.
- Rua, A. – Silva Lopes, A. [2014]: Cohesion within the euro area and the U. S.: a wavelet-based view. OECD Journal, *Journal of Business Cycle Measurement and Analysis*, Vol. 10., No. 2., 63–76. o.
- Šimáková, J. [2014]: Extended Gravity Model of International Trade: An Empirical Application to Czech Trade Flows. In Proceedings of the 14th International Conference on Finance and Banking. Karviná, Silesian University, School of Business Administration, 416–421. o.
- Stehrer, R. – Stöllinger, R. [2013]: Positioning Austria in the global economy: Value added trade, international production sharing and global linkages. FIW Research Reports, No. 14–02.
- Stewart, J. [2013]: Is Ireland a tax haven? IIS Discussion Paper, No. 430.
- Taušer, J. – Arltová, M. – Žamberský, P. [2015]: Czech exports and German GDP: A closer look. *Prague Economic Papers*, Vol. 24., No. 1., 17–37. o.
- Uliha Gábor [2016]: Az olajár és a makrogazdaság kapcsolatának elemzése folytonos wavelet transzformáció segítségével. *Statisztikai Szemle*, 94. évf., 5. sz., 505–534. o.
- Whelan, K. [2014]: Ireland's economic crisis: The good, the bad and the ugly. *Journal of Macroeconomics*, Vol. 3., Part B. 424–440. o.