

OTDK DOLGOZAT

2015

**Az Európai Unió tagbővítései és a világkereskedelmi hálózat: globalizáció,
regionalizáció és gazdasági függőségek**

**Member enlargements of the European Union and the world trade
network: globalization, regionalization, and economic dependencies**

Kézirat lezárva: 2014.november.19

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS,	1
2.	DEFINÍCIÓK ÉS JELÖLÉSEK,	5
2.1.	ALAPVETŐ FOGALMAK ÉS JELÖLÉSEK.....	5
2.2.	FOKSZÁMELOSZLÁS, KORRELÁCIÓ	6
2.3.	KLASZTEREZETTSÉG, KÖZÖSSÉGEK	7
2.4.	CSÚCSOK RANGSOROLÁSA HÁLÓZATOKBAN	9
2.5.	PAGERANK	9
2.6.	HITS	10
3.	ADATOK ÉS MÓDSZEREK,	11
3.1.	GDP ARÁNYOS KERESKEDELEM.....	11
3.2.	KÖZÖSSÉGEK A KERESKEDELMI HÁLÓZATBAN.....	14
3.3.	EXPORT KÖZPONTÚ KERESKEDELEM	19
3.4.	AZ ÖSSZESÍTETT EXPORT VÁLTOZÁSA EÜ TAGÁLLAMAIN BELÜL	21
3.5.	RANGSOROLÓ ALGORITMUSOK	24
4.	ÖSSZEGZÉS,	26
	IRODALOMJEGYZÉK.....	27

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra: Egy irányítatlan, egy irányított, és egy súlyozott irányítatlan gráf.....	6
2. ábra: PageRank valamint Hub pontok.....	10
3. ábra: GDP növekedése az EU-s tagállamok között (1995)	12
4. ábra: GDP növekedése az EU-s tagállamok között (2004)	13
5. ábra: GDP növekedése az EU-s tagállamok között (2013)	13
6. ábra: Kelet-közép európai országok exportváltozásai.....	14
7. ábra: 1995-ös GDP arányos export alapján felépített gráf	16
8. ábra: 2000-es GDP arányos export alapján felépített gráf.....	17
9. ábra: 2004-es GDP arányos export alapján felépített gráf.....	17
10. ábra: 2007-es GDP arányos export alapján felépített gráf.....	18
11. ábra: 2013-as GDP arányos export alapján felépített gráf.....	18
12. ábra: 1995,2000,2004,2007,2013-as évek klaszterszerkezetei	19
13. ábra: 1995-ös összexport gráf	21
14. ábra: 2000-es összexport gráf	21
15. ábra: 2004-es összexport gráf	21
16. ábra: 2007-es összexport gráf	22
17. ábra: 2013-es összexport gráf	22
18. ábra: 1995-ös európai export összetétele Európán belül	23
19. ábra: 2000-es európai export összetétele Európán belül	24
20. ábra: 2004-es európai export összetétele Európán belül	24
21. ábra: 2007-es európai export összetétele Európán belül	25
22. ábra: 2013-as európai export összetétele Európán belül	25
23. ábra: PageRank eloszlás, Authority-eloszlás, bemenő fokszámeloszlás, Hub eloszlás, valamint kimenő fokszámeloszlás.....	27

Bevezetés

Az utóbbi évtizedben ugrásszerűen megnőtt az „adat-vezérelt” tudományos kutatások jelentősége és produktivitása az egyre nagyobb kapacitású számítógépek egyre könnyebb elérhetőségének és az óriási adatfelhalmozásnak köszönhetően. Ezen kutatások elsődleges célja számítógépes elemzésből adódó hipotézisállítás, majd a hipotézisek elméleti és alkalmazott vizsgálata. A rendkívüli mértékű információmennyiség, mely emberek és gépek által generálódik óriási figyelmet váltott ki informatikusok, fizikusok, matematikusok, szociológusok és közgazdászok körében. Az adatbányászat általi tudásfeltárás az egyik legnagyobb kihívássá vált az említett tudományos területeken és az iparban, a gyógyszergyártó cégektől az online közösségi médiáig, egyaránt.

Az adatbányászat jelentőségének fokozatos növekedése mellett, és vele párhuzamosan a kisvilág gráfok felfedezése és matematikai leírása lényegesen kibővítette a gráfelméleti kutatások lehetőségeit, stabil matematikai alapot adva a komplex rendszerek hálózattal (azaz gráffal) való modellezéséhez és vizsgálatához. A kettő kombinációjaként megjelenő hálózat, vagy más szóval gráf-, alapú adatbányászat (röviden gráf bányászat) az egyik legígéretesebb eszközzé vált olyan adatbázisok vizsgálatához, ahol a vizsgálandó entitások között természetes módon tudunk kapcsolatokat definiálni, azaz a rendszert, mint komplex hálózatot tekinteni. A komplex hálózatos megközelítés nem pusztán az adatok hatékony vizualizációjára szolgál, de segít megtalálni egy rendszer legfontosabb szereplőit, legfontosabb interakcióit, és segít megérteni a rendszer strukturális tulajdonságait, megérteni a keletkezését és működését. A hálózat alapú modellek már rendkívül hatékonyak bizonyultak különböző jelenségek leírásában, kezdve a biológiai (Buchanan, 2010), társadalmi, (Newman, 2003) pénzügyi (Caldarelli, et al. 2013) és közgazdaságtani (Kitsak, et al. 2010) (Chessa, et al. 2013) rendszerek vizsgálata során.

A világkereskedelem elemzése és megértése az egyik elsődleges feladat a modern nemzetközi közgazdaságtanban. Az általános megközelítés szerint az országok világkereskedelemben betöltött szerepének meghatározása, rangsorolása az USA dollárban kifejezett export és import statisztikai adatok szerint történik. Ebben a megközelítésben a tőkés országok természetesen a lista élén végeznek, egyszerűen azért, mert ők gazdag országok, kevésbé kiszolgáltatottak a világkereskedelem, mint komplex rendszer ingadozásainak. Az ő kereskedelmi hálózatuk hatékony, széleskörű és versenyképes.

Az éves kereskedelmi adatok nyilvánosan hozzáférhetőek, melyekből meg lehet határozni világkereskedelmi háló fejlődési dinamikáját. A komplex hálózati modellben a világ országai a gráf pontjai, valamint az egymással kereskedő ország közötti pénzáramokat a gráf élei reprezentálják. Tételezzük fel, hogy egy tetszőleges i ország importál néhány terméket j országból, egy t évben, ekkor kirajzolódik egy (i,j) kapcsolat a gráfban, amely a t év kereskedelmi viszonyait ábrázolja. Az országok közti kereskedelem egy irányított hálózat, ahol a kapcsolat iránya a vagyon áramlásából következik, így természetesen adódik a megközelítés, azaz irányított hálózatok modern módszereinek alkalmazása a világkereskedelmi hálózat tulajdonságainak vizsgálatára.

Az elmúlt két évtizedben tanúi lehettünk a fokozott globalizáció és „regionalizáció” megjelenésének a nemzetközi kereskedelemben. Előbbi azt támasztja alá, hogy elfogulatlan kereskedelmi kapcsolatok alakultak ki különböző ország csoportok között, még utóbbi rámutat, a regionális kereskedelmi megállapodások és a szabadkereskedelmi területek létrejöttére. Amikor empirikus módon vizsgáljuk a fent említett két jelenséget, korábbi tanulmányok (Mansfield, Milner, 1999) (Chortareas, Pelagidis, 2004) gyakran feltételezik, hogy azok ellentétesek egymással. A modern nemzetközi gazdaságtan többek között arra a kérdésekre próbál választ keresni, mint a „a világ egyre inkább globalizálódik vagy regionalizálódik?”, illetve milyen jelenségek mozgatják ezeket a folyamatokat. Ezek alapján, különböző adathalmazokat és modelleket tanulmányozva, egyesek szerint erős bizonyíték van, (Hummels, 2007) a globalizációra, mások ellentétet állítanak fel vele szemben, (Mansfield, Milner, 1999) és vannak olyanok, akik vegyes véleménnyel bírnak. (Arribas, Pérez, Tortosa-Ausina, 2009)

A nemzetközi kereskedelmi hálózat (NKH) egy összefüggő komplex hálózat, ahol az országok képviselik a hálózat pontjait, míg az élek az országok közötti kereskedelmi kapcsolatokat. Az NKH szerkezete folyamatosan formálódik, mivel a világban kereskedő országok száma és a kereskedelem mértéke állandóan változik. A hálózattudomány hatékony leíró jellege miatt a nemzetközi közgazdaságtan rendszereit újra megvizsgálták a hálózatok lencséjén keresztül, és ez alól a globalizáció és a regionalizáció sem kivétel. Ezen felül a hálózatos megközelítés felvet még egy kérdést, miszerint „globalizáltabb”-e vagy „regionalizáltabb”-e a világunk, mely kérdéskör vizsgálata még minding vegyes eredményekkel szolgál. Ráadásul a hálózat elemzése hozzájárul ahhoz, hogy megvizsgáljuk és újragondoljuk a nemzetközi kereskedelem paradigmáit, ugyanis még mindig kevés bizonyítékunk van arra, hogy mennyire is fontosak a globális hatások az országok

teljesítményére és kereskedelmi kapcsolataira. Egy korábbi tanulmányban Caldarelli és társai (Zhu, Cerina, Chessa, Caldarelli, Riccaboni, 2014) az NKH hálózatos vizsgálata segítségével arra a következtetésre jutottak, hogy a kereskedelmi hálózat globális alakulásai szoros összefüggésben vannak a hálózat regionális szintű változásaival. Vizsgálati módszereikből és eredményeikből kiindulva, tanulmányomban az Egyesült Nemzetek Szervezete Árukereskedelmi Adatbázisában (UN Comtrade Database) elérhető import/export adatokat használtam, hogy felépítsem a nemzetközi kereskedelmi hálózatot az Amerikai Egyesült Államok, Oroszország, Kína, Japán valamint a mára már 28 tagországból álló Európai Unió (EU) országaiból az 1995-2013 közötti időszakban, fókuszálva az EU tagbővítési éveire:

1. 1995. Az Európai Unió 3 új taggal bővül és immár 15 tagországból áll, melyek: *Ausztria*, Belgium, *Finnország*, Hollandia, Luxemburg, Németország, Franciaország, Olaszország, Dánia, Írország, Egyesült Királyság, Görögország, Spanyolország, *Svédország*, Portugália.
2. 2000-ben nem történik újabb csatlakozás.
3. 2004. 10 újabb taggal bővül az EU. Az új országok: Ciprus, Csehország, Észtország, Lengyelország, Lettország, Litvánia, Magyarország, Málta, Szlovákia, Szlovénia.
4. 2007. Bulgária és Románia csatlakozik az EU-hoz.
5. 2013. Horvátország csatlakozása az EU-hoz.

Jól ismert, hogy az egyik fő jellemzője a hálózatoknak a közösségi struktúra, miszerint a hálózatok olyan pontdiszjunkt közösségek uniója, ahol egy közösségen belül a kapcsolatsűrűség nagy, míg két közösség közötti kapcsolatok száma viszonylag kevés. A közösségstruktúra kimutatásának nagy jelentősége van számos területen, ugyanis általánosan igaz, hogy a közösségen belüli entitások bizonyos értelemben jobban hasonlítanak egymásra, szorosabb kapcsolatban állnak egymással, mint a rendszer többi részével. Dolgozatomban a Newman és Girvan (Newman, Girvan, 2004) által bevezetett modularitás optimalizálási módszert használtam a klaszterek kimutatására a kereskedelmi hálózatban. A különböző években vett adatok, és az adatok alapján definiált gráf vizsgálata után elmondható, hogy más-más közösségek alakultak ki, melyeknek történelmi, földrajzi, társadalmi, gazdasági okai vannak. Az is látható továbbá, hogy a modellezett hálózatok erős mag-periféria (Csermely, London, Wu, Uzzi, 2013) szerkezetet mutatnak. Különböző rangsoroló algoritmusokat (PageRank, HITS) alkalmazva az is látható, hogy a Pareto-i elv (vagy Zipf-törvény) itt is érvényesül, miszerint a világ összexportjának, illetve összimportjának jelentős részét csupán

néhány ország bonyolítja, ezzel jelentős mértékű gazdasági függésben tartva a világviszonylatban alacsony, de GDP arányosan magas exporttal rendelkező országokat.

A dolgozatom felépítése a következő: a 2. fejezetben az alapvető fogalmakat és jelöléseket, valamint algoritmusokat mutatom be, melyeket használtam tanulmányomban. A 3. fejezetben kifejtem, majd alátámasztom téziseim. Végül a 4. fejezetben pedig az összegzés található.

1. Definíciók és jelölések

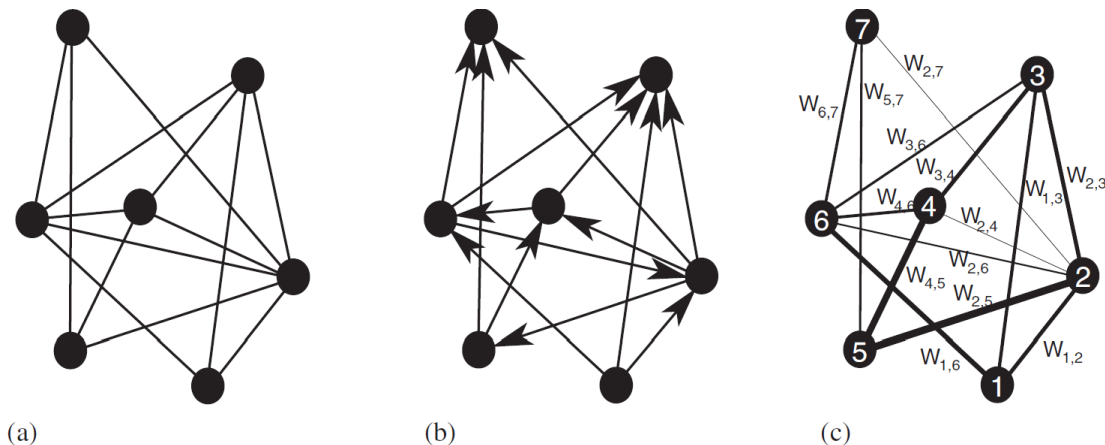
2.1. Alapvető fogalmak és jelölések

A gráfelmélet a matematika, ezen belül a kombinatorika egyik ága, mely a komplex hálózatok leírásának matematikai háttérét is szolgáltatja. Az *irányítatlan (irányított) gráf* $G = (N, L)$ két halmazból N és L halmazból áll, ahol $N \neq \emptyset$ és L egy rendezetlen (rendezett) halmaza N elempárjainak. $N \equiv \{n_1, n_2, \dots, n_N\}$ halmaz elemei a G gráf *pontjai* (vagy csúcsai), míg az $L \equiv \{l_1, l_2, \dots, l_K\}$ halmaz elemeit a gráf *éleinek* nevezzük. Az élek a pontok közti kapcsolódásokat reprezentálják. A gráfot jelölhetjük úgy, mint $G(N, K) = (N, L)$ vagy egyszerűen $G(N, K)$ vagy $G_{N, K}$. Amennyiben szükséges hangsúlyozzuk a pontok és az élek számát a gráfban. Egy irányítatlan gráfban egy kapcsolatot, i és j rendezetlen pontpárral definiálunk és (i, j) -vel vagy l_{ij} -ként jelöljük; irányított gráf esetén a pontpár rendezett, ekkor (i, j) azt jelenti, hogy i -ből megy j -be egy irányított él. A gráf *súlyozott*, ha minden élhez egy valós számot, mint súlyt rendelünk, különben súlyozatlan.

Egy *hurokél*, vagy hurok egy olyan él, melynek két végpontja ugyanaz a csúcs. Egy él *többszörös*, ha a gráfban van más él is ugyanezekkel a végpontokkal. A gráfot *egyszerűnek* nevezzük, ha nem tartalmaz sem hurokért, sem többszörös élt. Az olyan gráfot, amiben a többszörös élek (és esetleg a hurokélek) megengedettek, *multigráfnak* nevezzük. Egy N pontszámú G gráf éleinek maximális száma, azaz az összes lehetséges csúcspárok száma $N(N - 1)/2$.

$G = (N, L)$ gráf *részgráfja* a $G' = (N', L')$, ha $N' \subseteq N$ és $L' \subseteq L$. Egy *séta* a gráfban csúcsok és élek váltakozó sorozata, mely csúccsal kezdődik és csúcsban végződik, és minden csúcs szomszédos az őt megelőző és őt követő éllel, illetve minden él két végpontja az őt megelőző és az őt követő csúcs. Egy séta *zárt*, ha első és utolsó csúcsai megegyeznek, különben *nyitott*. A séta egy *út*, ha egy csúcsot többször nem látogatunk. Két pont közötti utak közül a minimális hosszút, a legrövidebb útnak nevezzük. A *kör* legalább három csomópont közti zárt út, amelyben nincs ismétlődő él. Ha a kör hossza k , akkor általában k -körnek nevezzük és C_k -ként jelöljük. C_3 egy háromszög, a C_4 -et négyszögnek nevezzük, C_5 -öt ötszögnek és így tovább.

Egy G egyszerű gráf A_G szomszédsági mátrixa az $A = [a_{ij}]$ mátrix, amely sorai és oszlopai is a gráf csúcaival vannak azonosítva és egy i csúcsnak megfelelő sor és egy j csúcsnak megfelelő oszlop találkozásánál lévő pozícióban $a_{ij} = 1$ áll, ha i és j csúcs szomszédos a gráfban, különben $a_{ij} = 0$, azaz a két csúcs nem szomszédos. Irányított gráf esetén $a_{ij} = 1$, ha i -ből megy j -be él, és $a_{ij} = 0$ különben, míg súlyozott gráf esetén a_{ij} értéke az (i, j) él súlya.



1. ábra: Az (a) ábrán egy irányítatlan, a (b) ábrán egy irányított, a (c) ábrán egy súlyozott irányítatlan gráfot láthatunk $N = 7$ csomóponttal és $K = 14$ éllel.

Forrás: Boccaletti, Latora, Moreno, Chavez, Hwang, (2006) p.7.

2.2. Fokszám eloszlás, korreláció

Az i pont k_i fokszáma a pontra illeszkedő élek száma amely, az $A = [a_{ij}]$ szomszédsági mátrix esetén $k_i = \sum_{j \in N} a_{ij}$. Ha egy gráf irányított, akkor a pont fokszámnak két összetevője van: a kimenő élek száma $k_i^{out} = \sum_j a_{ij}$ és a bemenő élek száma $k_i^{in} = \sum_j a_{ji}$. A teljes fokszámot ezek összegeként definiáljuk, azaz $k_i = k_i^{out} + k_i^{in}$. A gráf fokszámainak listáját fokszám szekvenciának nevezzük. A G gráf legalapvetőbb topológiai jellemzését a $P(k)$ fokszám eloszlásból nyerhetjük, ahol $P(k)$ annak valószínűsége, hogy egy véletlenül választott pont foka éppen k , vagy ezzel ekvivalensen a k fokú pontok aránya a gráfban.

Irányított hálózatok esetében definiálni tudjuk $P(k^{in})$ és a $P(k^{out})$ bemenő, illetve kimenő éleken vett fokszám eloszlásokat is. A fokszám eloszlás teljes mértékben meghatározza az

úgynevezett korrelálatlan hálózatok (azaz olyan hálózatok, ahol az élek létezése/ nem létezése nem függ a fokszámoktól) statisztikai tulajdonságait. Ugyanakkor a legtöbb valós hálózat esetén annak az esélye, hogy egy k fokú pont és egy másik k' fokú pont között van-e kapcsolat erősen függ mind k mind k' értékétől. Ilyen esetekben szükséges bevezetni $P(k'|k)$ feltételes valószínűséget, ami annak a valószínűsége, hogy létezik kapcsolat egy k fokszámú pont és egy k' fokszámú pont között. A feltételes valószínűségek meghatározása helyett a valóságban a pont szomszédok átlagos fokszámát számolják annak a meghatározására, hogy két pont mennyire korrelált a kapcsolódást tekintetében fokszámaik alapján. Formálisan az i pont esetén: $K_{nn.i} = \frac{1}{k_i} \sum_{j \in N_i} k_j = \frac{1}{k_i} \sum_{j=1} a_{ij} k_j$, ahol N_i az i pont szomszédjainak halmazát jelöli

2.3. Klaszterezettség, közösségek

A valóságban megfigyelhető hálózatok többsége inhomogén szerkezetű, ennek a legárulkodóbb jele az, hogy a hálózatban csomósodások találhatók. Ezek a csomósodások (vagy más néven csoportosulások, klaszterek, modulok, közösségek) a hálózatnak olyan „sűrű” részgráfjai, amelyeken belül az elemek (csúcsok) gyakrabban kapcsolódnak egymáshoz, mint a hálózat többi részéhez. A hálózatok funkciója, illetve dinamikája szempontjából minden bizonnyal meghatározó szerepük van a csoportosulásoknak. Gondoljunk például az emberi kapcsolatok hálózatára, ahol a járványok és a hírek egy-egy csoportosuláson belül nagyon gyorsan terjednek, hiszen olyan emberekről van szó, akik közül nagyon sokan személyesen ismerik egymást, a csoportosulások között viszont lassabb lehet a terjedés.

Egy gráf klaszterezettsége megmutatja, hogy mennyire gyakori, hogy csúcsának szomszédjai egymásnak is a szomszédjai. A *klaszterezettség* fogalmát Watts és Strogatz (Watts, Strogatz, 1998.) vezette be, mely azt méri, hogy a gráf átlagosan mennyire háromszögezett, azaz egy pont szomszédjai mennyire kapcsolódnak egymáshoz is. A klaszterezettségi együttható formálisan $T = \frac{3 \times \text{háromszögek száma}}{\text{összefüggő pont-háromasok száma}}$, ahol $0 \leq T \leq 1$, és $T = 1$ a teljes gráf esetén teljesül. Történelmileg, a közösség fogalma, és az első hálózatos koncepciók a társadalomtudományokban jelentek meg. Adott egy $G = (N, L)$ gráf és ebben egy közösség (vagy klaszter) egy olyan $G' = (N', L')$ részgráf melynek csúcsai egymáshoz „szorosabban” kapcsolódnak, mint a gráf többi pontjához, vagyis kohéziósak. Mivel a G' csomópontok kohéziós szerkezetét számos különböző módon lehet számszerűsíteni, különböző formális

meghatározásai jelentek meg közösségi szerkezeteknek. A legerősebb meghatározás megköveteli, hogy minden közösségi tag minden más közösségbeli taggal kapcsolatban van. Egy ilyen követelmény vezet a klikk definíciójához. A klikk egy maximális teljes részgráf 3 vagy több ponton, azaz pontok egy olyan részhalmaza, melynek mindegyike egymással szomszédos olyan módon, hogy nincs másik létező szomszédos csomópont mindegyikükhöz. Ez a meghatározás bővíthető a szomszédsági követelmény gyengítésével a követelmény elérhetőségébe: n -klikk egy olyan maximális részgráf, amelyben a legnagyobb távolság két csomópont között nem nagyobb, mint n . Amikor $n = 1$, ez a meghatározás egybeesik a klikkével.

Egy másik osztálydefiníció alapja a relatív gyakoriságú kapcsolatok. Ez esetben a közösségeket úgy tekintjük, mint pont csoportokat sűrű kapcsolatrendszerrel, a közösségek között pedig viszonylag kevés él fut. Végül egy kevésbé szigorú meghatározás szerint G' részgráf egy közösség, ha az összes fokszaám összege G' -n belül nagyobb, mint az összes fokszaám összege a gráf többi része tekintetében.

2.4. Skála-független fokszaám eloszlások

Egészen néhány évvel ezelőttiig a standard megközelítés a hálózattudományban a hálózatok homogenitásának feltételezése volt. A homogenitás az interakciós struktúrában azt jelenti, hogy szinte minden csúcs topológiailag egyenértékű, mint szabályos rácsokban, vagy mint klasszikus véletlen gráfokban. (Bollobás, 1998) Az utóbbiakban például, mindegyikének $N(N - 1)/2$ lehetséges kapcsolata jelen van egyenlő p valószínűséggel, és így a fokszaámok binomiális eloszlást követnek. Nem meglepő tehát, hogy amikor tudósok valós hálózatok tanulmányozását kezdték a rendelkezésre álló adatbázisokból, ésszerűnek tartották, hogy a fokszaám eloszlást megtalálják az átlagos érték környékén, egy jól definiált négyzetes ingadozás átlaggal. Az összes várománnyal szemben, azonban azt találták, hogy a legtöbb valódi hálózat hatványfüggvény alakú fokszaám eloszlást mutat, azaz $P(k) \sim Ak^{-\lambda}$ a változókitevőkkel $2 < \lambda < 3$ tartományban. Az átlagos fokszaám $\langle k \rangle$ az ilyen hálózatokban jól definiált és korlátos, míg a $\sigma^2 = \langle k^2 \rangle - \langle k \rangle^2$ varianciát a második momentum dominálja, ami a maximális fokszaámhoz konvergál, azaz $\langle k^2 \rangle = \int_{k_{min}}^{k_{max}} k^2 P(k) \sim k_{max}^{3-\lambda}$. Az ilyen hálózatokat skála-független hálózatoknak nevezik, mert a hatványtörvények funkcionális tulajdonságai minden skálán azonosak. A skála-független hálózatok nagyon

inhomogén foksám eloszlással rendelkeznek, azaz egyszerre teljesül, hogy néhány pont foka óriási, míg számos pont mindössze csupán néhány más csúccsal kapcsolódik.

2.5. Csúcsok rangsorolása hálózatokban

Szereplők, entitások rangsorolása számos területen megjelenik és legtöbbször páronkénti összehasonlításokon. Ilyen például sportolók és csapatok rangsorolása a lejátszott mérkőzések, eredmények alapján. Az Internetes keresők rangsorolják a weboldalakat a hiperlink szerkezetük alapján. Az egyének központiságát a társadalmi rendszerekben a társadalmi kapcsolataik alapján tudjuk értékelni. A hálózat alapú rangsorolások lényege, hogy az entitások kapcsolat- vagy hasonlóság struktúrája alapján definiált gráf csúcsait rangsoroljuk, a gráfban betöltött szerepük, gráfbeli tulajdonságaik alapján. Egy ilyen módszer vált például a Google keresőmotor központi összetevőjévé, (Brin, Page, 1998) majd később sok témában megjelent társadalomtudományi vizsgálatoktól a technikai (mint utak, elektromosság) hálózatok optimalizálási problémáin át sportolók rangsorolásáig.

2.6. PageRank

A web gráfot vizsgálva Sergey Brin és Larry Page kulcsötlete az volt, hogy az azonos be-fokú weboldalak nem feltétlenül egyformán fontosak. Hasonlóan, sportversenyek esetén a győzelem egy magasan rangsorolt versenyző ellen értékesebb és fontosabb, mint egy gyengébb ellenféllel szemben; egy átlagos weboldal hiperlinkjének nem azonos a hatása, mint egy közvetlen kapcsolatnak a Google-ből vagy Yahoo-ból érkező hiperlink által. Általánosan elmondható, hogy azok a bejövő kapcsolatok, melyek sok kapcsolattal rendelkező csomópontokból érkeznek sokkal fontosabbak a csomópontok értékelésében, mint azok a kapcsolatok, melyek kevés kapcsolattal rendelkező pontból érkeznek. E felvetés szerint, a gráf csúcsainak rangsoroló pontjainak (PageRank, PR) iteratív számítása a következő: $PR(i) = (1 - \lambda) \frac{1}{n} + \lambda \sum_{j: j \rightarrow i} \frac{PR(j)}{k_j^{out}}$, ahol $\lambda \in [0,1]$ szabad paraméter általában 0,6 és 0,8 között. A második kifejezés egyszerűen kifejezi, hogy minden i csúcs rangja rekurzívan kiszámítható azon csúcsok rangjából, melyekből van él az i pontba. Az első tag technikai szempontból fontos, hogy a csúcsok PageRank értékei konvergáljanak az iterációs lépésekkel.

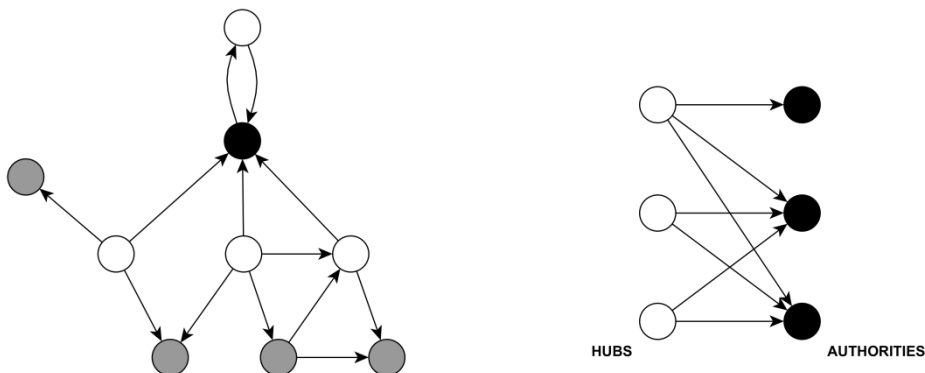
2.7. HITS

Brin és Page-től függetlenül, Jon Kleinberg (Kleinberg, 1999) egy másik megközelítést javasolt a weboldalak fontosságának mérésére. Amíg a PageRank algoritmus a teljes gráf PageRank pontjait számítja Kleinberg HITS (Hyperlink-Induced Topic Search, azaz hiperlinkeken alapuló téma szerinti keresés) algoritmus megpróbál különbséget tenni központi (hub) és mértékadó (authorities) pontok között a releváns oldalak részgráfján belül, ahol a csomópontok központi pontjai és mértékadó pontjai rekurzívan számíthatók egymásból. A jó „hub” az a pont, mely sok „authority” élbe mutat, míg a jó „authority” pont az ahol a bemenő élek jó „hub” csomópontokból jönnek. Matematikailag a „hub” illetve „authority” pontokat rekurzívan tudjuk számolni az alábbi képletek segítségével

$$H(i) = \sum_{j:i \rightarrow j} A(j),$$

$$A(i) = \sum_{j:j \rightarrow i} H(j),$$

amely értékek mindig konvergálnak az iterációs számítás során.



2. ábra: A baloldali ábrán a fekete pont PageRank értékének számítása a szomszédos pontok értékeinek segítségével. Jobb oldalon a központi (hub) illetve mértékadó (authority) pontokat láthatunk.

Forrás: Saját szerkesztés.

2. Adatok és módszerek

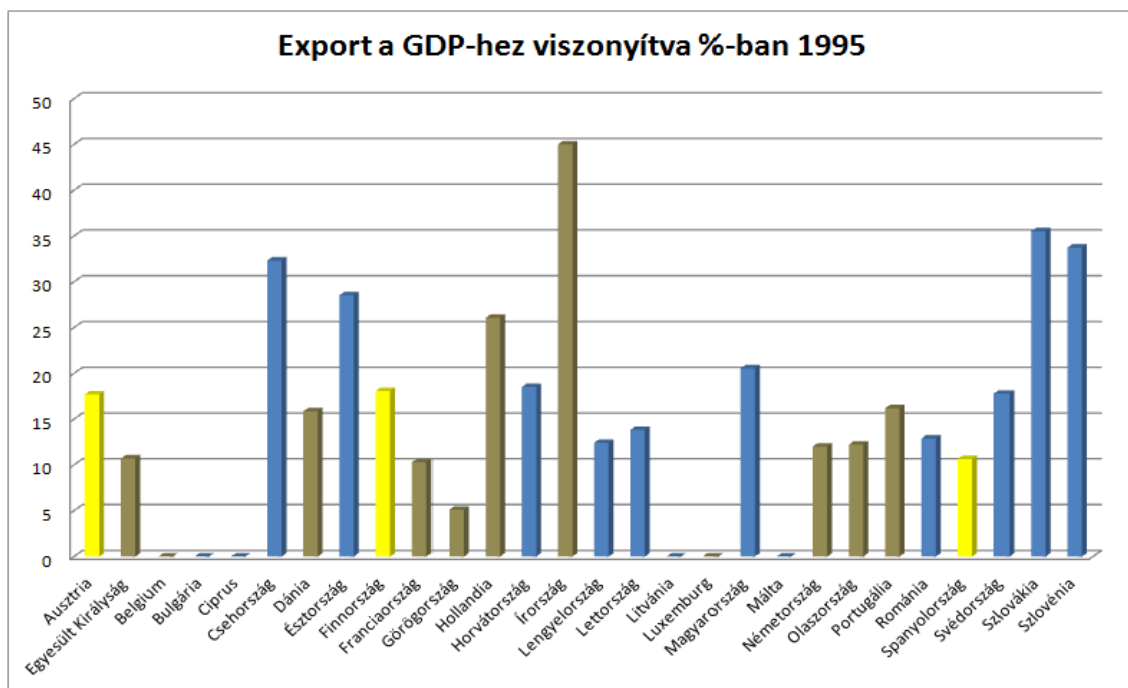
Ahogy már korábban említettem, dolgozatomban az Egyesült Nemzetek Szervezete Árukereskedelmi Adatbázisában (UN Comtrade Database) elérhető import/export adatokat használtam arra, hogy felépítsem az Európai Unió (EU), valamint az Amerikai Egyesült Államok (USA), Kína, Japán és Oroszországból álló kereskedelmi hálózatot, melynek pontjai az adott országok, míg az irányított és súlyozott élei, az országok közötti exportált áruk összértékét mutatják USA dollárban kifejezve. Az 1995-2013-ig tartó időintervallumot vizsgáltam különösképpen vizsgálva az egyes országok EU-hoz való csatlakozás éveit. Tanulmányomban többféle rangsoroló (PageRank, HITS), és közösségkereső algoritmusokat (Girvan- Newman, modularitás maximalizáció) valamint különféle statisztikai számításokat, mint pl. GDP és az export közötti kapcsolatokat, illetve az összexport változásait vettem alapul. Öt különböző évet vizsgáltam, melyek: 1995, 2000, 2004, 2007 valamint a 2013-as évek voltak. Sajnálatos módon az 1995-ös adatok nem mindegyike volt elérhető, de ezek a későbbiekben nem befolyásolták következtetéseimet.

3.1. GDP arányos kereskedelem

A bruttó hazai termék (wikipedia, 2014) (GDP) az egy területen, adott idő alatt előállított, végső felhasználásra szánt javak (termékek és szolgáltatások) összességének értéke. Lényegében az ország határain belül előállított minden termék és szolgáltatás összértékének kifejezésére szolgál. Ezeket a termékeket vagy szolgáltatásokat két csoportba lehet sorolni, fogyasztási javakra és termelőeszközökre, ami alapján a GDP-t is két összetevőre bonthatjuk: fogyasztásra és beruházásra. Azonban bizonyos javakat ahelyett, hogy országon belül felhasználának, exportálnak más országokba. A belföldi fogyasztás és beruházás egy része pedig más országokból importált javakból származik. Mindezek miatt a GDP négy összetevőből áll össze, melyek a fogyasztás, a beruházás, az export és az import.

Dolgozatomban a már a fentiekben említett adatbázisból elérhető export/import adatokból és a Világbank adatbázisából (data.worldbank.org) kinyert GDP adatok alapján, egy olyan kimutatást tudtam készíteni, amely megadja az egyes országok GDP arányos exportját az általam meghatározott öt évben. Már első ránézésre is messzemenő következtetéseket vonhatunk le (3,4,5. ábrák), hiszen az jól látszik, hogy az EU-hoz való csatlakozást követően

valamennyi ország GDP arányos exportja nőtt. Emellett azt is el lehet mondani, hogy a kelet-közép-európai országok, azaz Csehország, Lengyelország, Magyarország, és Szlovákia GDP arányos exportja nőtt a legjobban. Viszont ha jobban megnézzük ezeknek az országoknak az exportmennyiségeit az adott években, azt láthatjuk, hogy inkább egymással valamint kelet felé növelik exportjaikat, azaz Oroszország és Kína felé (6. ábra). Ezek alapján érdekes következtetéseket vonhatunk le miszerint a kelet-közép-európai országok hiába tagjaik az Európai Uniónak nem a felé, hanem inkább a több mint 20 éve feloszlott Kölesönös Gazdasági Segítség Tanácsa (KGST) volt országai irányába és Kína felé növelik exportmennyiségüket.



3. ábra: A GDP növekedése az EU-s tagállamok között, azonos színnel az egy időben csatlakozó országok.(1995)

Forrás: Saját szerkesztés.



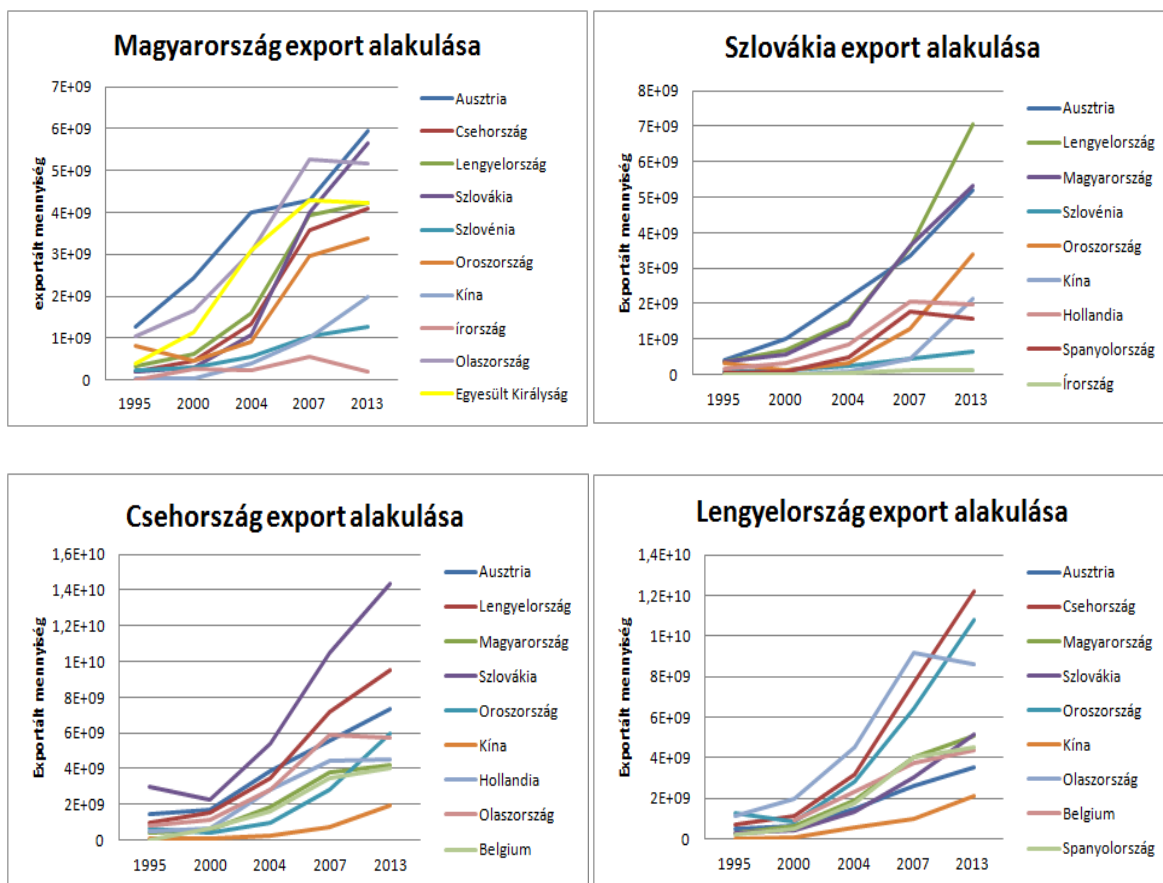
4. ábra: A GDP növekedése az EU-s tagállamok között, azonos színnel az egy időben csatlakozó országok.(2004)

Forrás: Saját szerkesztés.



5. ábra: A GDP növekedése az EU-s tagállamok között, azonos színnel az egy időben csatlakozó országok.(2013)

Forrás: Saját szerkesztés.



6. ábra: kelet-közép európai országok exportváltozásai

Forrás: Saját szerkesztés.

3.2. Közösségek a kereskedelmi hálózatban

A korábban említett GDP arányos export értékeket használva elkészítettem az EU tagországaiból, Japán, Kína, Oroszország és az Amerikai Egyesült Államokból álló Nemzetközi Kereskedelmi Hálózatot (NKH) melynek pontjai az adott országok, míg irányított, súlyozott élei az országok közti GDP arányos exportmennyiségeket reprezentálják. Öt vizsgált évet vettem számításba melyek 1995, 2000, 2004, 2007 és 2013 voltak, így eredményként is öt különböző gráfot kaptam. Ezen gráfok mindegyikén modularitás optimalizálási módszert futtattam, a különböző közösségek, klaszterek kimutatására. Általánosítva az öt különböző évet elmondható, hogy minden hálózatban legalább három legfeljebb négy jól elkülöníthető közösséget lehet felfedezni, melyekben a legtöbb ország állandó, de vannak olyan országok, amelyek vándorolnak egyik klaszterből a másikba. Az is

kivehető az ábrákból,(7,8,9,10,11. ábrák) hogy a közösségek közötti kapocs minden évben Németország, de vegyük sorban az egyes éveket:

1995-ös évben jól kivehető a három közösség.(7. ábra) Az észak-európai melynek tagjai Észtország, Lettország, Litvánia. Dánia, Finnország, Svédország, Hollandia és ezekhez kapcsolódik még Japán. Egy kelet-európai: Ausztria, Lengyelország, Csehország, Horvátország, Szlovákia, Szlovénia, Olaszország, ezekhez kapcsolódik még Oroszország, és egy nyugat-európai központú: Írország, Belgium, Luxemburg, Egyesült Királyság, Portugália, Spanyolország, Franciaország, Málta, Görögország, Románia, Németország, Ciprus, Bulgária, Magyarország valamint Kína és az USA. Jól látható az is, hogy az északi régiónak Hollandia, a Keleti régiónak Olaszország még a nyugatinak Németország a vezetője. Megjegyzésre méltó, hogy a KGST felbomlása után négy évvel Magyarország már a nyugati klaszterbe tartozik, valamint az is, hogy földrajzilag nem szomszédos országok is egy közösségbe esnek, itt Bulgária, Magyarország Románia, Görögország nyugati kötődésére utalva.

2000-es évben hasonlóan a 1995-ös évhez itt is megmaradt a három közösség, vagyis az északi, a keleti és a nyugati viszont az egyes klaszterek bővültek mások szűkültek.(8. ábra) Az északi régióhoz kapcsolódott az Egyesült Királyság valamint Kína és Oroszország. A keleti régió Franciaországgal, Magyarországgal, és Máltával bővül. A nyugati régió kicsit szűkült a balkán kivételével teljesen Nyugat-Európára összpontosul.

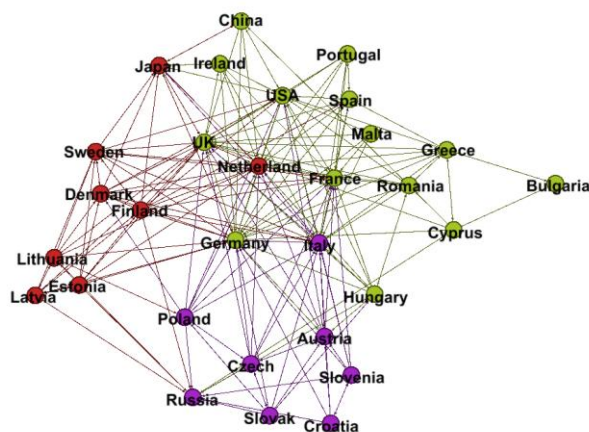
2004-es adatok szerint is megmarad, a 3 régió.(9. ábra) A keleti összeszűkül Olaszországra és a Kárpát-medencére Románia kivételével. Ezt valószínűsíthetően földrajzi elhelyezkedéssel lehet magyarázni. Érdekes megjegyezni, hogy az eddig északi régiót vezető Hollandia és Egyesült Királyság valamint Franciaország átkerül a nyugati régióba, míg a nyugati régió központjai Németország, és az USA az északi régióba kerül.

2004-ben 10 tagországgal bővül az EU, így várakozások szerint a klaszterszerkezetnek valamilyen szinten szűkülnie kellene a következő években, mutatva ezzel egy egységes Európa felé. Nagy meglepetésre azonban a közösségek nemhogy szűkülnének, megjelenik egy negyedik, dél- kelet-európai régióra határolható terület.(10. ábra) Így nem csak északi, keleti és nyugati közösségekről beszélhetünk, hanem már délről is. Ennek az új klaszternek a tagjai Ciprus, Bulgária, Görögország, és Románia. Az északi régió leszűkül a Balti országokra valamint Finnországra, Dániára, Svédországra és Oroszországra. A keleti régió 2000-hez hasonlóan Franciaországgal bővül. A nyugati pedig erősen Nyugat-Európára korlátozódik USA, Japán és Kína közreműködésével.

2013-ra megszűnik a déli régió és beleolvad, a nyugatiba ez által ismét három közösségről beszélhetünk.(11. ábra) A keleti régió a volt KGST országaira valamint Ausztriára korlátozódik, az északi régió a 2007-es adatokhoz viszonyítva semmit nem változik és az egységes Nyugat-Európához kapcsolódnak a déli régió országai, vagyis Ciprus, Bulgária, Görögország, és Románia.

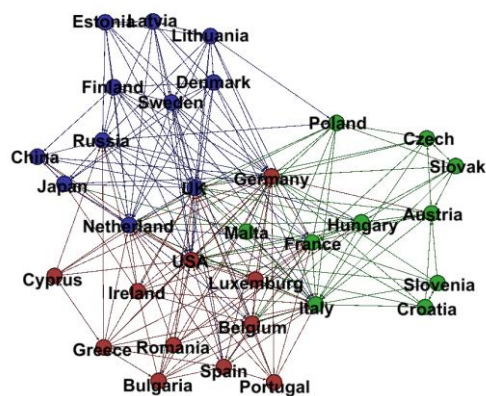
Ha összehasonlítjuk a dolgozatomban vizsgált első 1995-ös valamint az utolsó 2013-as évek gráfjait,(7. illetve 11. ábra) összességében elmondható, hogy a klaszterszerkezet szempontjából nem sokat változott az európai kereskedelem. Így napjainkra elmondható, hogy Európa három kereskedelmi régióból áll: a nyugati mely összpontosul Nyugat-Európára, mely országok többsége már évtizedek óta tagjai az EU-nak. Egy északi régióra, amely korlátozódik Észak-Európára, vagyis Észtország, Dánia, Finnország, Lettország, Litvánia és Svédországra, melynek főként földrajzi okai vannak. Valamint egy keleti régióra, amely a volt KGST országait és Ausztriát foglalja magába. Németország pedig az összekötő kapocs a 3 klaszter között.

Ha szembeállítjuk a korábbi elemzésemet miszerint a kelet-közép-európai országok GDP-je rohamosan nőtt az utóbbi 10 évben, valamint a közösségkereső algoritmusok eredményeit, azt az eredményt kapjuk, ami alátámasztja a már meglévő következtetéseimet miszerint a Kelet-Európai országok inkább kelet felé mintsem Nyugat-Európa felé húznak a kereskedelmi viszonyokat tekintve



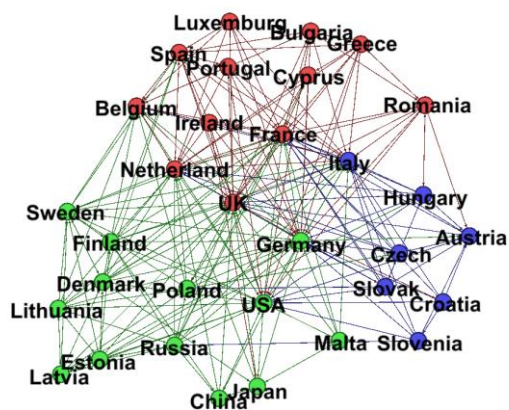
7. ábra: 1995-ös GDP arányos export alapján felépített gráf, jól látszik a három különböző klaszter.

Forrás: Saját szerkesztés.



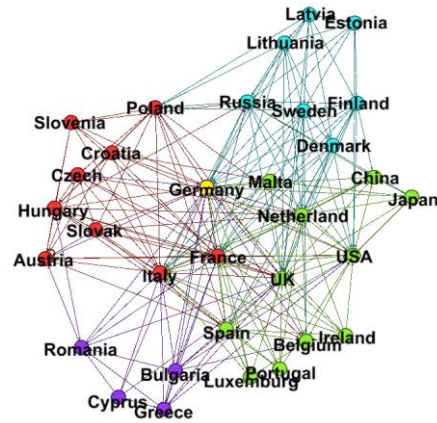
8. ábra: 2000-es GDP arányos export alapján felépített gráf, jól látszik a három különböző klaszter.

Forrás: Saját szerkesztés.



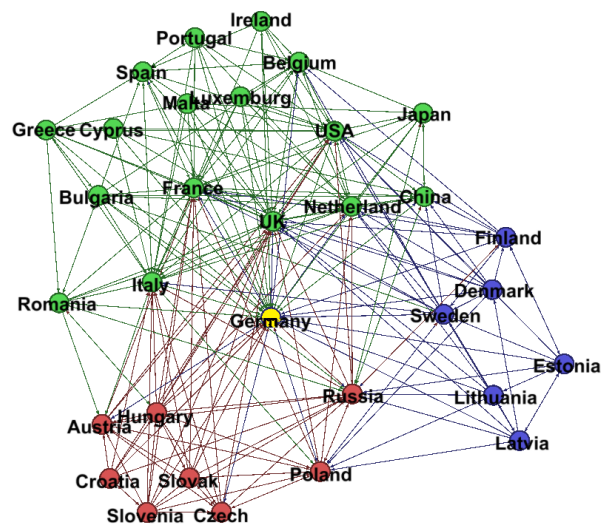
9. ábra: 2004-es GDP arányos export alapján felépített gráf, jól látszik a három különböző klaszter.

Forrás: Saját szerkesztés.



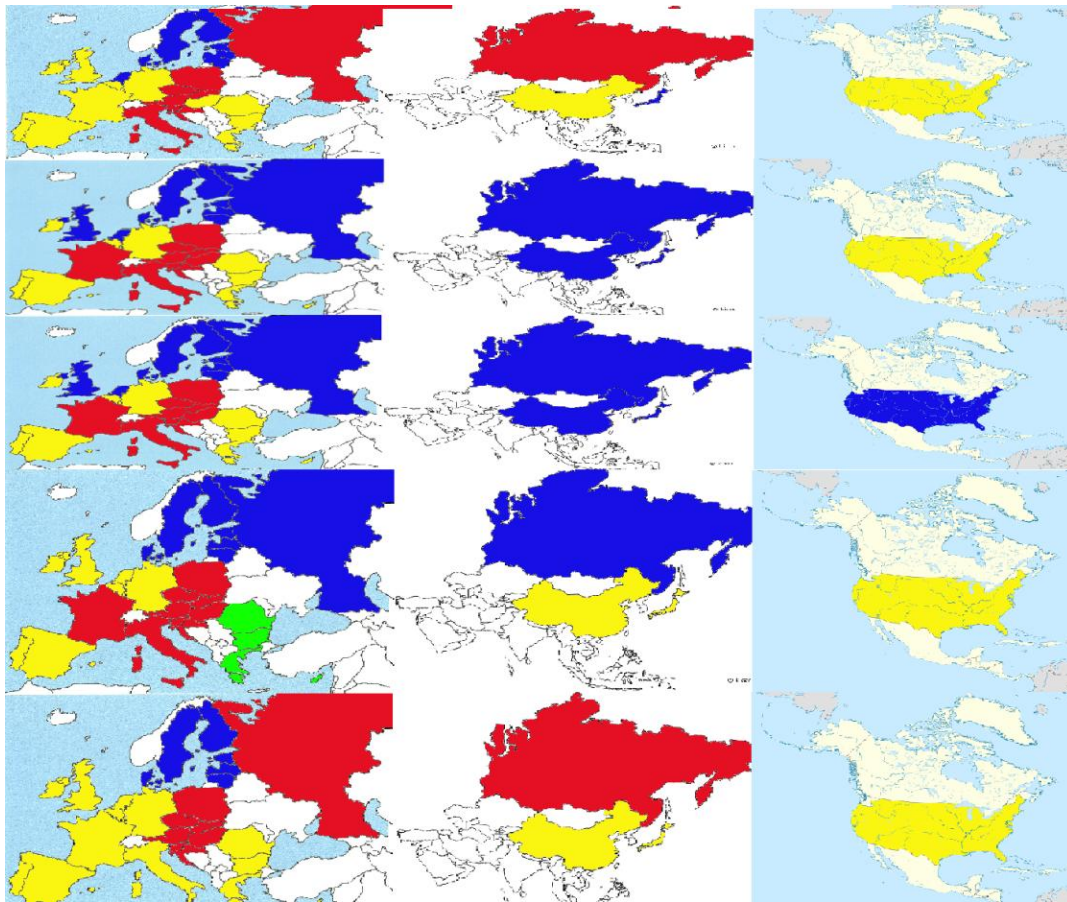
10. ábra: 2007-es GDP arányos export alapján felépített gráf, jól látszik a négy különböző klaszter.

Forrás: Saját szerkesztés.



11. ábra: 2013-ass GDP arányos export alapján felépített gráf, ismételten 3 különböző klaszter.

Forrás: Saját szerkesztés.



12. ábra: Soronként 1995,2000, 2004, 2007, 2013-as évek klaszterszerkezetei.(Európa. Ázisa, Amerika)

Forrás: Saját szerkesztés.

3.3. Export központú kereskedelem

Hasonlóan az előzőekben vizsgált gráfokhoz, melyek csúcspontjai az adott országok még éleinek súlya GDP arányos export mennyiségek voltak, készítettem öt olyan gráfot (a kérdéses évekre vonatkozóan, melyek 1995, 2000, 2004, 2007 és 2013) melyek csúcspontjai hasonlóan az adott Európai Unió tagországok illetve a négy nem EU-s nagyhatalom, Japán, Kína, Oroszország és az USA. Az országok összeköttetései azonban különböznek a korábbiaktól. Ebben az értekezésben az élek az adott évre szóló összesített exportmennyiséggel vannak címezve. Az irányítás az exportáló országból a felvevő ország felé mutat, a súlyozás pénzáramlás mennyiségét mutatja az adott országok között, amely USA dollárban kifejezve. Kimutatásaimhoz itt is az Egyesült Nemzetek Szervezete

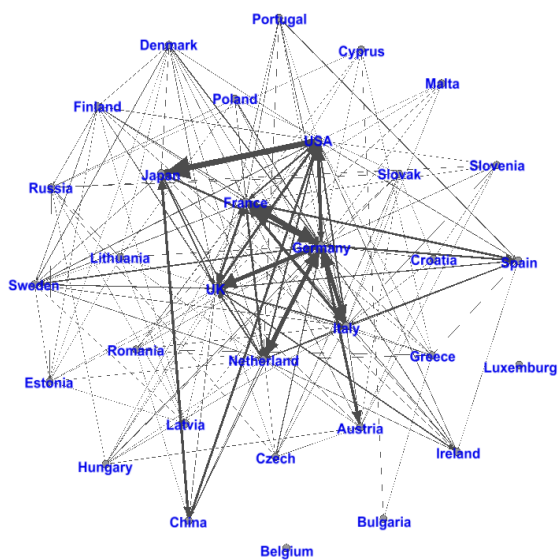
Árukereskedelmi Adatbázisában (UN Comtrade Database) elérhető import/export adatokat használtam.

Ahogy a következő ábrák is mutatják,(13,14,15,16,17. ábrák) valamennyi gráf rendelkezik egy központi maggal, mely általában 5-6 országot takar, valamint peremterületen lévő pontokkal, amely a többi országot jelenti. Az, hogy melyik ország kerül, a magba az határozza meg, hogy hány többi országgal van összeköttetésben valamint, hogy ezek az összeköttetések milyen súlyúak. Ennek függvényében a perifériába azok az országok kerülnek melyeknek nincs sok összeköttetésük, és amelyek vannak azok is elsősorban nem a magban lévő országok felé történnek. Továbbá elmondható, hogy a központi mag a vizsgált évek mindegyikében vezető nyugat-európai országok: Németország, Franciaország, Belgium, Hollandia, Egyesült Királyság, Olaszország valamint az USA-ból áll. Németország vezető szerepe ezekből a képekből is jól kivehető.

Következőekben vizsgáljuk meg, a még nem említett, három nem európai országot, vagyis Japánt, Kínát, valamint Oroszországot.

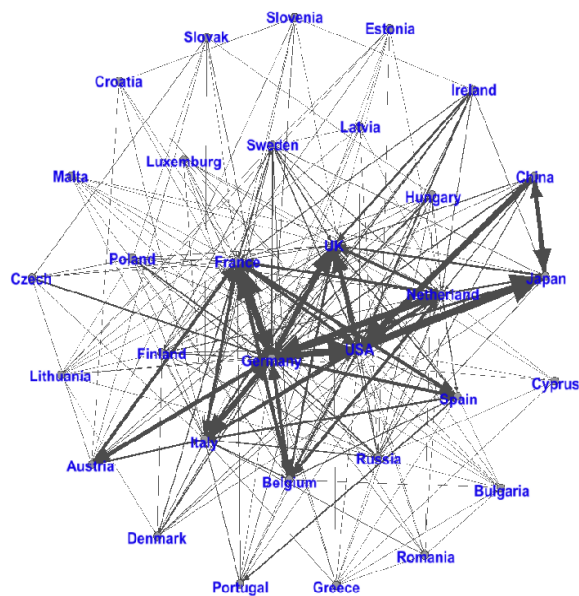
Kezdjük a Távol-Kelettel. Jól látható,(13. ábra majd 17. ábra) hogy még az 1995-ös évben Japán a központi mag fele közelített majd az évek múlásával egyre jobban a peremterületre szorult. Ezzel szemben Kínáról pont ennek ellentétét tudjuk leszűrni, hiszen kezdetben peremterületen tartózkodott majd szép lassan a mag felé közelít. Ennek okát egy korábbi tanulmányban (Zhu, Cerina, Chessa, Caldarelli, Riccaboni, 2014.) már vizsgálták, miszerint a távol-keleti régióban Japán kereskedelmi vezetői szerepét az utóbbi évtizedben a folyamatosan fejlődő Kína vette át.

Oroszország szerepe hasonló Kínához, hiszen 1995-ös eredmények szerint peremterületen tartózkodik még az ábrákon, nyomon követve jól látszik, hogy 2013-as évre már jól kiépített, export kapcsolatokkal rendelkezik és a mag felé közelít. Ezt a fejlődést tükrözi a volt Szovjetunió illetve a KGST felbomlása majd az új kapcsolatok nyitása Oroszország részéről.



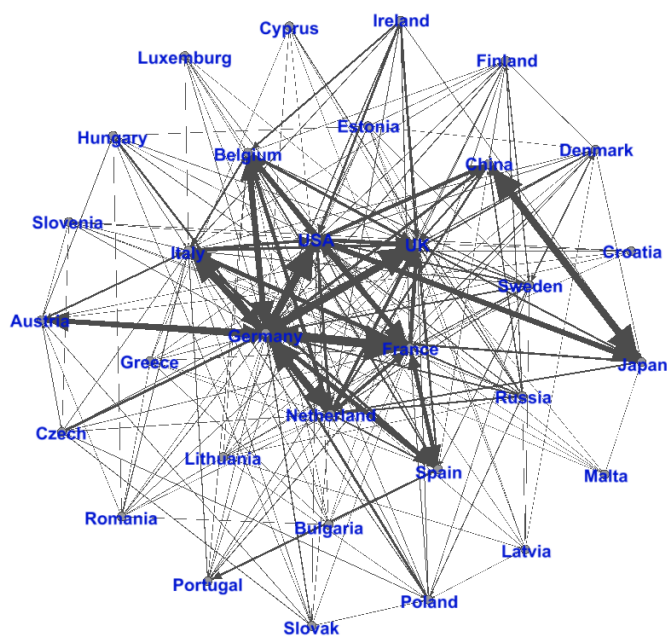
13. ábra: 1995-ös összexport gráf

Forrás: Saját szerkesztés.



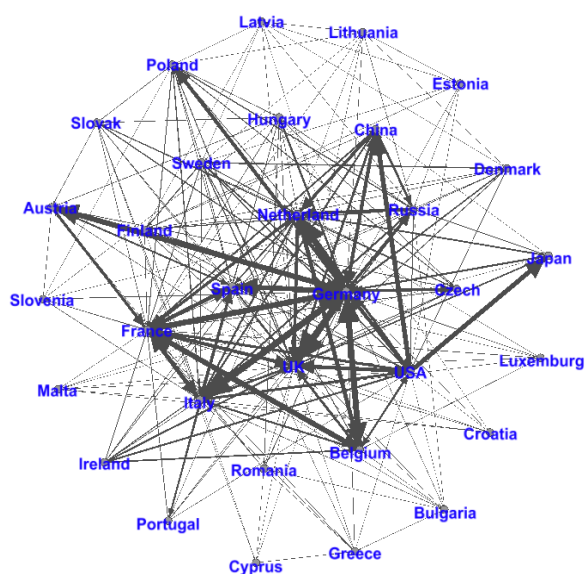
14. ábra: 2000-es összexport gráf

Forrás: Saját szerkesztés.



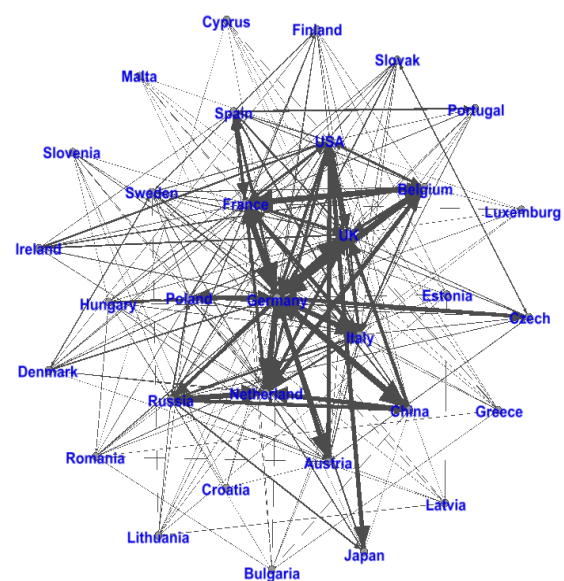
15. ábra: 2004-es összexport gráf

Forrás: Saját szerkesztés.



16. ábra: 2007-es összexport gráf

Forrás: Saját szerkesztés.



17. ábra: 2013-as összexport gráf

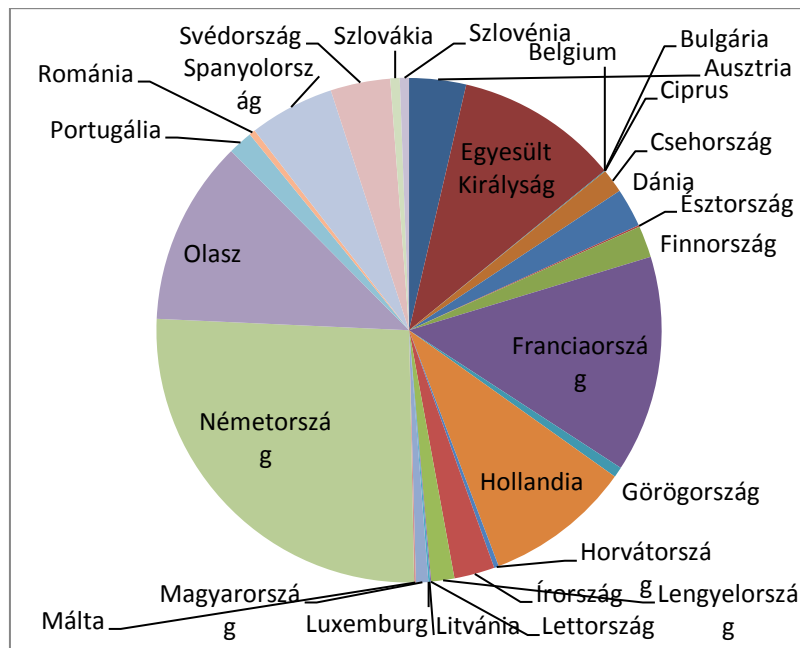
Forrás: Saját szerkesztés.

3.4. Az összesített export változása EU tagállamain belül

Az előző gráfokban használt értékekkel dolgozva az Európai Unió országai közötti összesített exportértékeket vizsgáltam, vagyis, hogy hogyan épül fel az összexport tagállamokra bontva. Az adott országok minden egyes kimenő élének értékét összeadtam így megkaptam az országok totális exportjának összegét az EU tagállamaira nézve, majd mind a 28 tagország értékét összeadtam. Ennek függvényében elérhetővé vált számomra az Európai Unió teljes összesített exportjának összege. Ezek után azt vizsgáltam, hogy ez a totális érték hogyan oszlik el a tagállamok között.

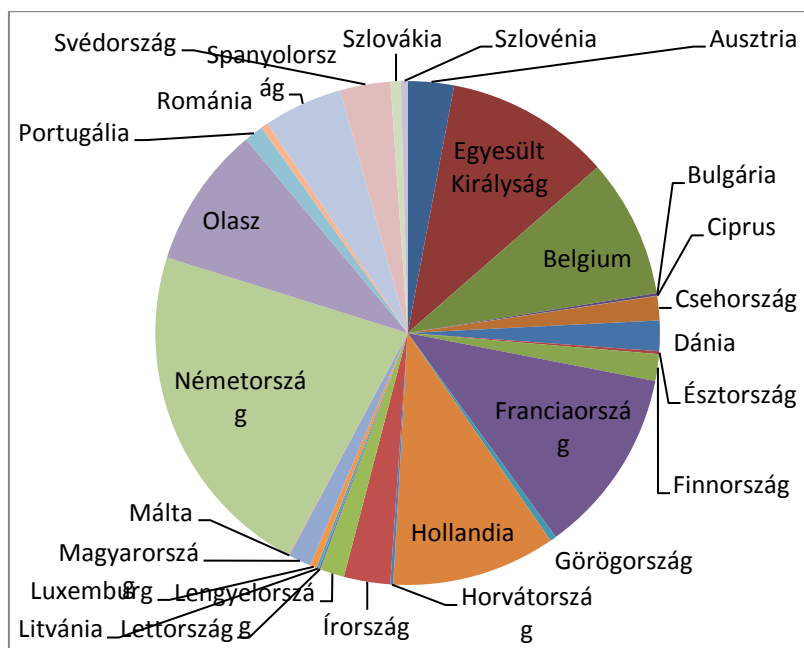
A vizsgált évek mindegyikéről (1995, 2000, 2004, 2007, 2013) elmondható, hogy az EU összesített exportjának közel 70%-át 6 ország teszik ki, melyek: Németország, Franciaország, Olaszország, Belgium, Hollandia és az Egyesült Királyság, míg közel 30%-át a maradék 22 ország. Ez tovább erősíti a korábban is már beigazolódott felvetéseket miszerint az EU nyugat-európai országai, valószínűsíthetően a gazdasági erejüknek és a több évtizedes EU tagságnak köszönhetően, az Európai Unió kereskedelmének vezetői. Valamint ezeken a grafikonokon is jól látszik, Németország vezető szerepe az EU-n belül, ugyanis a vizsgált évek alatt 22-26% között mozgott a német arány. Így elmondható, hogy az európai export közel egynegyedét Németország birtokolja.

Ezek után hasonló eljárással megvizsgáltam a GDP arányos összesített exportmennyiségeket is melyből kiderül, hogy azok az országok melyeknek exportmennyisége jelentéktelen az összexporthoz viszonyítva, GDP arányában nézve számukra igen is magasak. Ezek az értékek ilyen országok pl. Magyarország, Csehország, Szlovákia vagy éppen Szlovénia. Szemben, a vezető országokra elmondható, hogy a GDP-jük kis hányadát teszi csak ki az exportált termékek.



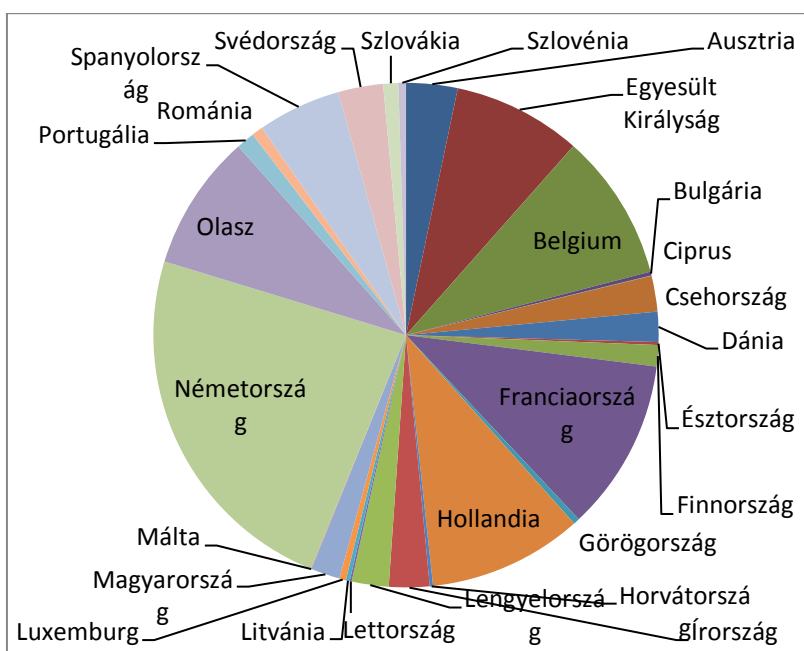
18. ábra: 1995-ös európai export összetétele Európán belül

Forrás: Saját szerkesztés.



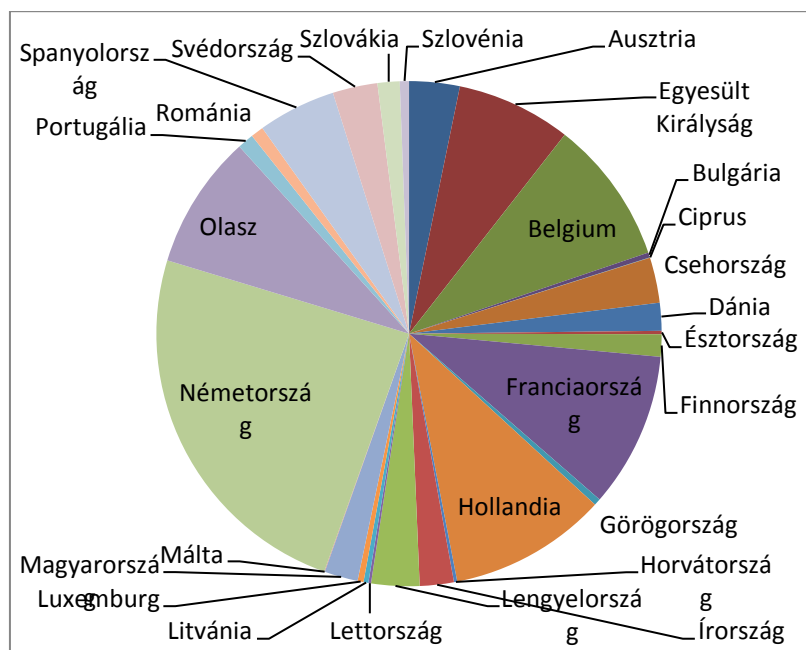
19. ábra: 2000-es európai export összetétele Európán belül

Forrás: Saját szerkesztés.



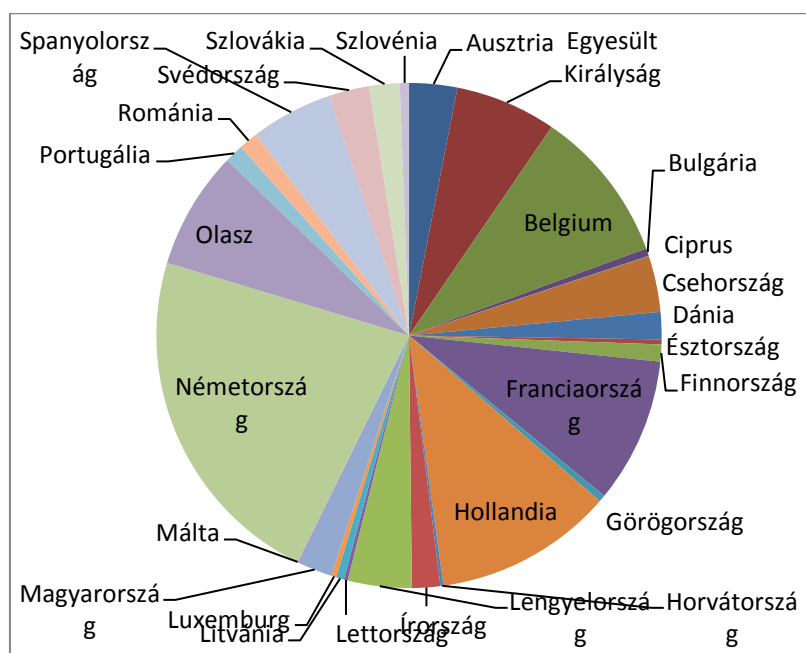
20. ábra: 2004-es európai export összetétele Európán belül

Forrás: Saját szerkesztés.



21. ábra: 2007-es európai export összetétele Európán belül

Forrás: Saját szerkesztés.



22. ábra: 2013-as európai export összetétele Európán belül

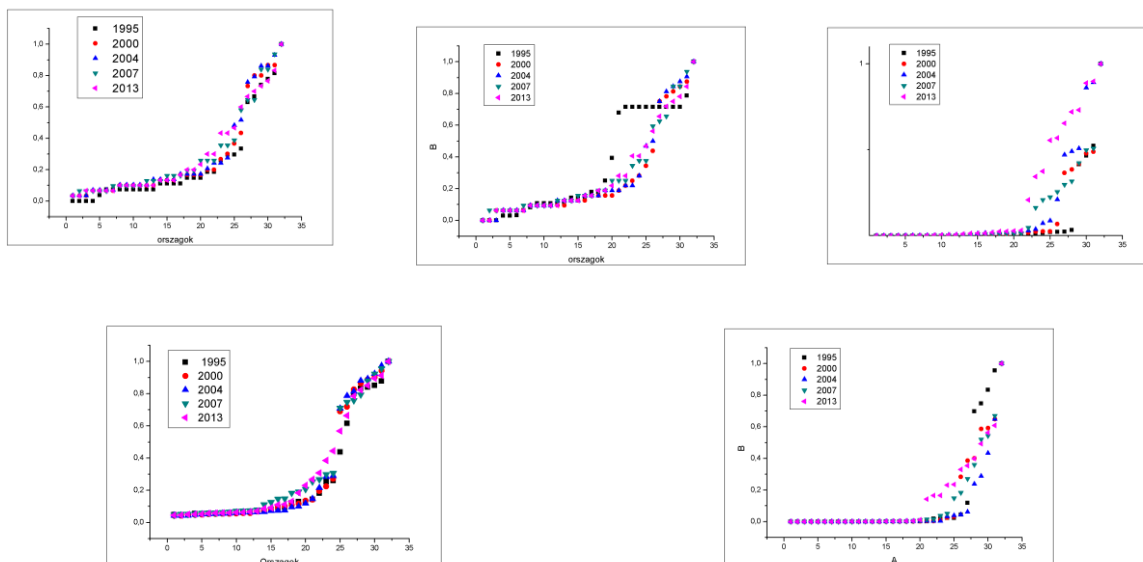
Forrás: Saját szerkesztés.

3.5. Rangsoroló algoritmusok

Az előző fejezetben látható kördiagramok azt az eredményt adták, hogy az összesített export értékek közel 70%-át pár ország teszi, ki még a többi ország csak kis mennyiségben járulnak hozzá az összesített exporthoz. Ezt a gondolatmenetet továbbvizsgálva különböző *rangsoroló algoritmusokkal* belátható, hogy a Pareto-i elv vagy más néven a “80-20”-as szabály itt is érvényesül, miszerint a világ összexportjának, illetve összimportjának jelentős részét csupán néhány ország bonyolítja, jelentős mértékű gazdasági függésben tartva ezzel a világviszonylatban alacsony, de GDP arányosan magas exporttal rendelkező országokat.

Először a PageRank algoritmussal rendeltem pontokat a hálózat csúcsaihoz. A hálózat pontjaihoz rendelt PageRank értékek skála-független foksám eloszlást mutatnak, illetve beigazolódik a felvetés, vagyis a Pareto-i „80-20”, miszerint Európai Unió összexport mennyiségének jelentős részét az EU-s tagállamok kis hányada teszi, ki vagyis 5-6 ország melyek Németország, Belgium, Hollandia, Olaszország, Franciaország, és az Egyesült Királyság. Még a maradék összexport mennyiséget (kb. 20%) a többségben lévő EU-s tagállamok teszik ki.

Utána a HITS algoritmust alkalmaztam, amely hasonló a PageRank-hez, de fő különbség, hogy minden egyes csúcshoz két értéket rendel egy „központit” („hub”), valamint egy „értékadó” („authoritative”) pontot. Ezek miatt szokták hub/authoritative algoritmusként is emlegetni. A számítás egy iterációs módszer, amely kezdetben minden ponthoz 2 számot rendel egyik a központiságot másik a mértékadóságot jelöli, majd minden iterációban egy pont mértékadósága a vele közvetlen kapcsolatban lévő pontok központiságának összegéből, és a központisága, az általa kapcsolatban álló csomópontok mértékadóságának összegéből adódik. Ez a modellemben úgy mutatkozik meg, hogy a központiság az export értékeknek azt a jellegét mutatják, hogy mennyire nagy importáló ország felé zajlik a kereskedelem, míg a mértékadóság azt adja meg, hogy mennyire jelentős exportáló országok felől érkezik az import jellemzően. Továbbá megvizsgáltam a gráfok csúcsait, kimenő illetve bemenő súlyozott foksámok szempontjából. Azaz import és export mennyiségek szempontjából. Ezekről az eloszlásfüggvényekről is elmondható, hogy teljesül bennük a Pareto-i 80-20-as szabály miszerint az összexportot valamint az összimportot néhány ország tartja kezében.



23. ábra: Első sor: PageRank eloszlás, Authority eloszlás, valamint a súlyozott bemenő fokszámeloszlás. Alsó sor: Hub eloszlás, kimenő fokszámeloszlás.

Forrás: Saját szerkesztés.

6. Összegzés

A nemzetközi kereskedelmi hálózatot (NKH) jól lehet reprezentálni komplex hálózatos modellekkel, mint ahogyan ebben a tanulmányban is láhattuk. Dolgozatom fő témája az Európai Unió (EU) tagországok valamint világviszonylatban vezető gazdasági szereplők Japán, Kína, Oroszország, Amerikai Egyesült Államok szerepe az európai kereskedelemben. Öt különböző évet vizsgáltam 1995-2013-as időszakban különösképpen az EU-hoz csatlakozás éveire koncentrálni. Különböző vizsgálati módszerekből arra a megállapításra jutottam, hogy minden ország GDP arányos exportja nőtt a csatlakozás éveit követően. Ezt a problémát tovább tanulmányozva a kapott eredményekből egyértelműen megállapítható, hogy a volt Kölcsönös Gazdasági Segítség Tanácsa (KGST) országai Csehország, Magyarország, Szlovákia, Lengyelország inkább egymással valamint Oroszország és Kína felé növelték exportmennyiségüket. Továbbá az is megállapítható, közösségkereső algoritmusokkal, hogy az EU-t három nagyobb kereskedelmi régióra bonthatjuk, egy nyugati mely összpontosul Nyugat-Európára, egy északi közösségre, amely Észak-Európára korlátozódik melyben a Balti-országok illetve Dánia, Finnország és Svédország tartozik, és egy keleti klaszterre mely a volt KGST országait és Ausztriát tartalmazza. Az összesített export mennyiségeket vizsgálva az is kiderül, hogy az európai kereskedelmet néhány ország tartja kezében ezzel jelentős függésben tartja a többi országot melyek világviszonylatban alacsony, de GDP arányosan magas exporttal rendelkeznek. Ezt a felvetést rangsoroló algoritmusok is alátámasztják, sőt meg is erősítik, miszerint az európai kereskedelemre érvényesül a Pareto-i 80-20-as szabály.

Véleményem szerint a jövőben hasonló kimutatásokat lehetne végezni, fókuszálva a gazdasági válság éveire, vagyis az elmúlt évtized export/import adatait vizsgálva. Ennek eredményeként feltételezve megkapnánk, hogy melyik országot hogy érintett a válság kereskedelmi szempontból, valamint, hogy a válság átrendezte-e az erőviszonyokat.

Hasonló elemzéseket lehetne készíteni más kontinenseken. Vizsgálni Észak-Amerika és Dél-Amerika kereskedelmi kapcsolatát, valamint az Óceániai térséget, hogy inkább Ázsia felé nyitnak kereskedelmi szempontból, vagy inkább Amerika felé.

IRODALOMJEGYZÉK

Szakirodalom

Arribas, I. – Pérez, F., – Tortosa-Ausina, E. (2009). Measuring globalization of international trade: theory and evidence. *World Development*, 37(1), pp.127-145.

Bollobás, B. (1998). *Random graphs* (pp. 215-252). Springer New York.

Brin, S., – Page, L. (1998). The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine. *Computer networks and ISDN systems*, 30(1), pp.107-117.

Buchanan, M. (Ed.). (2010). *Networks in cell biology*. Cambridge University Press.

Caldarelli, G., – Chessa, A., – Pammolli, F., – Gabrielli, A., – Puliga, M. (2013). Reconstructing a credit network. *Nature Physics*, 9(3), pp.125-126.

Chessa, A., – Morescalchi, A., – Pammolli, F., – Penner, O., – Petersen, A. M., – Riccaboni, M. (2013). Is Europe evolving toward an integrated research area?. *arXiv preprint arXiv:1302.3126*.

Chortareas, G. E., – Pelagidis, T. (2004). Trade flows: a facet of regionalism or globalisation?. *Cambridge journal of economics*, 28(2), 253-271.

Csermely, P., – London, A., – Wu, L. Y., – Uzzi, B. (2013). Structure and dynamics of core/periphery networks. *Journal of Complex Networks*, 1(2), pp.93-123.

Hummels, D. (2007). Transportation costs and international trade in the second era of globalization. *The Journal of Economic Perspectives*, 131-154.

Kitsak, M., – Riccaboni, M., – Havlin, S., – Pammolli, F., – Stanley, H. E. (2010). Scale-free models for the structure of business firm networks. *Physical Review E*, 81(3), 036117.

Kleinberg, J. M. (1999). Authoritative sources in a hyperlinked environment. *Journal of the ACM (JACM)*, 46(5), pp. 604-632.

Mansfield, E. D., – Milner, H. V. (1999). The new wave of regionalism. *International organization*, 53(03), pp.589-627.

Newman, M. E. (2003). The structure and function of complex networks. *SIAM review*, 45(2), pp.167-256.

Newman, M. E., – Girvan, M. (2004). Finding and evaluating community structure in networks. *Physical review E*, 69(2), 026113.

Watts, D. J., – Strogatz, S. H. (1998). Collective dynamics of ‘small-world’ networks. *nature*, 393(6684), pp.440-442.

Zhu, Z., – Cerina, F., – Chessa, A., – Caldarelli, G., – Riccaboni, M. (2014). The rise of China in the international trade network: a community core detection approach. *arXiv preprint arXiv:1404.6950*.

Zhu, Z., – Cerina, F., – Chessa, A., – Caldarelli, G., – Riccaboni, M. (2014). The rise of China in the international trade network: a community core detection approach. *arXiv preprint arXiv:1404.6950*.

Internetes források

http://hu.wikipedia.org/wiki/Bruttó_hazai_termék (letöltve: 2014.10.25.)