

VAKHAL PÉTER

**A GLOBÁLIS ÉRTÉKLÁNCOK HÁLÓZATELMÉLETI
VIZSGÁLATA**

OPERÁCIÓKUTATÁS ÉS AKTUÁRIUSTUDOMÁNYOK TANSZÉK

**Témavezető:
Dr. Kovács Erzsébet, CSc**

© VAKHAL PÉTER



**BUDAPESTI CORVINUS EGYETEM
GAZDÁLKODÁSTUDOMÁNYI DOKTORI ISKOLA**

A GLOBÁLIS ÉRTÉKLÁNCOK HÁLÓZATELMÉLETI VIZSGÁLATA

Doktori értekezés

Vakhal Péter

Budapest, 2021.

Tartalomjegyzék

Ábrajegyzék	7
Táblázatok jegyzéke	10
Betűszavak jegyzéke	12
Köszönetnyilvánítás	13
1. Bevezetés.....	16
1.1 Célkitűzések	17
1.2 Alapfogalmak	22
1.3 Közgazdaságtani és statisztikai alapfogalmak	22
1.4 Hálózatelmélet, gráfok	29
1.5 Hálózatokat leíró statisztikák	34
1.6 Kutatási kérdések, hipotézisek és tézisek, a disszertáció hozzájárulása a tématerülethez	37
2. A globális értékláncok a változó világgazdasági környezetben.....	41
2.1 A GVC-k kialakulása és jelentősége a világgazdaságban.....	41
2.2 A hozzáadott érték jelentősége az értékláncokban.....	44
2.3 Összefoglalás, következtetések	54
3. A globális értékláncok számbavételének kérdései a hivatalos statisztikában.....	56
3.1 A rezidens vállalatok tulajdoni viszonyainak számbavétele.....	56
3.2 A globalizáció hatása a statisztikai adatgyűjtésre	60
3.3 Fiktív példa egy globalizált vállalatcsoport statisztikai számbavételére.....	67
3.4 Összefoglalás és következtetések.....	71
4. A globális értékláncokban keletkezett hozzáadott értékek mérési lehetőségei.....	74
4.1 Az ÁKM felépítése	74
4.2 Nemzetközi input-output táblák.....	78
4.3 A hozzáadott érték kereskedelem adatok módszertani háttere	81
4.4 Összefoglalás, következtetések	92
5. Magyarország elhelyezkedése a globális értékláncokban.....	94
5.1 Hálózatelméleti megközelítés	94
5.2 Globális értékláncok particionálása	101
5.3 Mélységi és szélességi feltárás.....	106
5.4 Összefoglalás, következtetések	116
6. Az értékláncban áramló hozzáadott értékek dezaggregálása	118
6.1 Módszertani ismertető	119

6.2 A magyar vállalatok által export hozzáadott értékek útjának feltárása	123
6.3 A magyar járműipar és egyéb ágazatok által termelt hozzáadott érték export áramlása	127
6.4 Összefoglalás, következtetések	131
7. Szekvenciák feltárása a regionális járműipari kereskedelembe	132
7.1 A statikus hálózatok dinamikájának becslése	132
7.2 Szekvenciák többváltozós idősorokban	135
7.3 Idősorok hálózati reprezentációja	137
7.4 Szekvenciasorrendek meghatározása magas dimenziószámú idősorok esetén...	144
7.5 Szekvenciák a közép-európai regionális járműiparban.....	147
7.6 Összefoglalás, következtetések	162
8. Magyar vállalatok a nemzetközi értékláncokban.....	165
8.1 Alkalmazott módszertan és felhasznált adatok	168
8.2 Eredmények	171
8.3 Összefoglalás, következtetések	175
9. Összefoglalás, következtetések és jövőbeni kutatási irányok	177
Irodalomjegyzék.....	183

Ábrajegyzék

1. ábra: Egy egyszerű gráf.....	29
2. ábra: Példa egy G irányított gráfra	31
3. ábra: Egy hipotetikus G irányított multigráf önálló él identitásokkal (súlyokkal).....	32
4. ábra: Egy skálafüggetlen Barabási-Albert hálózat evolúciója	35
5. ábra: A globális értékláncok „mosolygörbéje”	47
6. ábra: A bruttó export aránya a bruttó hozzáadott értékben a világon, az OECD tagállamokban, Közép- és Kelet Európában, valamint Magyarországon 1995 és 2018 között (%).....	53
7. ábra: Egy hipotetikus láncszerveződés statisztikai szempontjainak folyamatábrája a főbb elszámolási tételek szempontjából.....	69
8. ábra: Az értékhálózatban lévő hozzáadott érték csatornák	83
9. ábra: A hozzáadott érték részesedésének változása a kibocsátásban 1995 és 2015 között a visegrádi országokban	85
10. ábra: Az exportált hazai hozzáadott érték (DVA) a bruttó export arányában a visegrádi országokban 1995 és 2004 között.....	87
11. ábra: Az indirekt exportált hozzáadott érték az összes megtermelt hozzáadott érték arányában a visegrádi országokban 1995 és 2015 között	88
12. ábra: A re-importált hazai hozzáadott érték az exportált hozzáadott érték százalékában a visegrádi országokban 1995 és 2004 között.....	90
13. ábra: A hozzáadott érték beszállítás tranzakciós mátrixának hőértképe.....	102
14. ábra: A modularitás alapú hierarchikus klaszter algoritmus alapján készült szegmentáció a hozzáadott érték beszállítások terében (2015, csak az értékkel rendelkező országok)	103
15. ábra: A hierarchikus szegmentáció által kialakított klaszterek gráfjai.....	104
16. ábra: A harmadik klaszterbe tartozó országok PageRank centralitása (első 20 ország)	106
17. ábra: Magyarország fókuszú hozzáadott érték értéklánc mélységi és szélességi feltárása (2005), különböző ϵ értékek mellett	107
18. ábra: Magyarországra közvetlenül áramló hozzáadott értékek a mélységi és szélességi feltárás alapján	110
19. ábra: A 17. ábracsoporton bemutatott gráfok evolúciós dendrogramja	112
20. ábra: A 17. ábracsoporton látható negyedik gráf PageRank értékei	112
21. ábra: Mélységi és szélességi feltárás eredménye a régióban ($\epsilon=0,9$).....	113

22. ábra: Hozzáadott érték fő komponenseinek áramlása egy háromszereplős értékláncban a felhasználás jellege szerint.....	120
23. ábra: A magyar vállalatok által megtermelt hozzáadott érték útja Németországba* (világtérkép).....	124
24. ábra: A magyar vállalatok által megtermelt hozzáadott érték útja Németországba* (Európa)	125
25. ábra: A magyar vállalatok által megtermelt hozzáadott érték útja Németországba* (top30 partner, világtérkép).....	125
26. ábra: A magyar vállalatok által exportált hozzáadott érték útja Németországba (top30 partner, második kör, világtérkép).....	126
27. ábra: A magyar járműipar Németországba* áramló hozzáadott értékének térképe	128
28. ábra: Magyar járműipari vállalatok hozzáadott érték beszállítása közvetett partnereken keresztül a V4-országokba, valamint Romániába	129
29. ábra: Néhány magyar ágazat globális hozzáadott érték export útjának első köre az összes célország szerint.....	130
30. ábra: Generált idősort látható gráfja.....	138
31. ábra: Generált idősor látható gráfja.....	139
32. ábra: Látható gráfok horizontális összekötésének reprezentatív esete.....	141
33. ábra: Három időben eltoló (x3, x2, x1) fiktív idősor, szomszédsági mátrix, és gráf	142
34. ábra: Az x1, x2, x3 idősorok ábrája	144
35. ábra: A generált idősorok módosított gráfja	146
36. ábra: Az aggregált termékcsoportok korrelációs hőtértképe.....	149
37. ábra: Keresztkorrelációk értéke és az időeltolás mértéke az összes ország és árucikk párosításban.....	150
38. ábra: Vizsgát járműipari import idősorok spektrális vizsgálata.....	152
39. ábra: Az azonos frekvenciatartományba tartozó fáziseltolások valószínűségi sűrűsége.....	153
40. ábra: A 784.21-es csoport és a többi alkatrészipport spektrumainak fáziseltolásai a teljes tartományban	155
41. ábra: A régiós gépjárműalkatrész import HVG gráfja termékcsoportok szerint 2004 és 2020 között	156
42. ábra: A régiós gépjárműalkatrész import termék szerint aggregált HVG gráf 2004 és 2020 között.....	157
43. ábra: A regionális járműipari import HVG gráfja termékek és országok szerint ...	160

44. ábra: A 43. ábrán bemutatott hálózat PageRank pontszámai	161
45. ábra: Az országszinten aggregált gépjárműipari import HVG gráfja	161
46. ábra: A magyar vállalatok által közvetetten beszállított hozzáadott érték aránya a teljes megtermelt hozzáadott értéken belül 1990 és 2015 között.....	166
47. ábra: Egyes ágazatok indirekt hozzáadott értéke az ágazat exportált hozzáadott értékének arányában (2015)	167
48. ábra: Az indirekt hozzáadott érték és az exportált hozzáadott érték viszonya Magyarországon, 2015	168

Táblázatok jegyzéke

1. táblázat: Termelési szakaszok egy hipotetikus értékláncban a felhasznált inputok, az output, valamint a termék jellege szerint	24
2. táblázat: A termelékenység mérésének lehetőségei	27
3. táblázat: A bruttó hozzáadott érték vállalati adatokból történő hivatalos számítása Magyarországon.....	28
4. táblázat: Az 1. ábrán bemutatott gráf szomszédsági mátrixa.....	30
5. táblázat: A 2. ábrán látható G irányított gráf szomszédsági mátrixa	31
6. táblázat: A 3. ábrán bemutatott G multigráf szomszédsági mátrixa	33
7. táblázat: Az értéklánc és a termelési hálózat definiálása	46
8. táblázat: Top 5 külföldi befektető országban rezidens anyavállalat által alapított cégcsoportok részesedése a teljes tényezőáron számolt hozzáadott értékből 2018-ban .	57
9. táblázat: A GDP és a GNI közötti különbség a V4-országokban 2018-ban	59
10. táblázat: Egy hipotetikus láncszerveződés legfőbb statisztikai szempontjai	68
11. táblázat: Input-Output tranzakciós táblázat.....	75
12. táblázat: Kétszektoros tranzakciós mátrix.....	76
13. táblázat: Ágazatközi, interregionális tranzakciós tábla.....	78
14. táblázat: Az elérhető nemzetközi IO adatbázisok listája	79
15. táblázat: A V4-országok részesedése a partnerországok végső keresletében 2015-ben (top5).....	91
16. táblázat: A régiós országok hozzáadott érték importjának Herfindahl-indexe	115
17. táblázat: A magyar vállalatok által exportált hozzáadott érték útja Németországba (top30 partner, második kör).....	127
18. táblázat: Legfőbb járműiparban használatos félkész termékek és alkatrészek	148
19. táblázat: A gépjárműalvázak (784.21) importjának más alkatrészekkel vett abszolút értelemben vett legmagasabb kereszt-korrelációja	151
20. táblázat: A 784.21-es árucsoporttal (gépjármű alvázak) szembeni fáziseltolás a 0,25-ös frekvenciatartományon a régiós járműipari importban	154
21. táblázat: A régiós járműipari import módosított HVG gráfjának pagerank pontszámai	158
22. táblázat: Az ország szinten aggregált gépjárműipari import HVG gráfjának PageRank pontszámai	162
23. táblázat: A felhasznált adatok bemutatása	170

24. táblázat: A kibocsátás és felhasználás százalékos megoszlása vállalati méret szerint (kkv + nagyvállalat = 100 százalék)	170
25. táblázat: A valós és becsült folyó termelőfelhasználásból számított technológiai koefficiensek 2015-ben	171
26. táblázat: A hazai hozzáadott érték a bruttó exportban a hozzáadott érték forrása szerint	173
27. táblázat: Az exportált hazai hozzáadott érték a bruttó export százalékában Magyarországon, eredmények összehasonlítása más adatbázisokból származó mutatókkal a 2015-ös évből	174
28. táblázat: A vizsgált kutatási kérdések, hipotézisek és az eredmények összefoglalása	180

Betűszavak jegyzéke

Betűszó	Teljes megnevezés magyarul	Teljes megnevezés angolul
ÁKM	Ágazati Kapcsolatok Mérlege	Input-Output Table
BHÉ	Bruttó hozzáadott érték	Gross Value Added (GVA)
BP	Fizetési Mérleg	Balance of Payments
CPC	Központi Termék Nomenklatúra	Central Product Classification
DVA	Hazai hozzáadott érték	Domestic value added
ENSZ	Egyesült Nemzetek Szervezete	United Nations
FATS	Külföldi érdekeltségű vállalatok (kereskedelmi) statisztikája	Foreign Affiliates Trade in Services
FDI	Külföldi működőtőke befektetés	Foreign Direct Investment
FGP	Üzem nélküli termelő	Factoryless goods producer
FTE	Teljes munkaidő ekvivalencia	Full-time equivalent
GDP	Bruttó nemzeti össztermék	Gross Domestic Product
GMM	Általánosított momentumok módszere	Generalized Method of Moments
GNI	Bruttó Nemzeti Jövedelem	Gross National Income
HS (code)	Harmonizált Vámtarifa (kód)	Harmonised System (code)
HVG	Horizontális látható gráf	Horizontal Visibility Graph
IIP	Nemzetközi befektetési pozíció	International Investment Position
IMF	Nemzetközi Valutaalap	International Monetary Found
IO	Input-output (tábla)	Input-Output (table)
IPP	Szellemi tulajdonjog	Intellectual Property Products
ISIC	Standard Nemzetközi Iparági Nomenklatúra	International Standard Industrial Classification
KKV	Kis- és középvállalat	Small and Medium Enterprises
MRIO	Multiregionális input-output (adatbázis)	Multiregional input-output (database)
NPISH	Háztartásokat segítő non-profit szervezetek	Non-profit institutions serving households
SITC	Egységes Nemzetközi Kereskedelmi Nomenklatúra	Standard International Trade Classification
SNA	Nemzeti Számlák Rendszere	System of National Accounts
SCV	Speciális Célú Vállalatok	-
TFP	Teljes tényezős termelékenység	Total factor productivity
TNC	Transznacionális vállalatok	Transnational companies
VAR	Vektor autoregresszió	Vector autoregression
VG	Látható gráf	Visibility Graph

Az országnevek rövidítését lásd az I. mellékletben.

*„Fontos, hogy mindent mérjünk, ami mérhető,
és megpróbáljuk mérhetővé tenni, ami még nem az.”*

Galileo Galilei

Köszönetnyilvánítás

Hosszú út vezetett el ideig, amely nem volt mentes viszontagságoktól. Többször gondolkoztam azon, hogy feladom, pedig mindig mindenki az ellenkezőjére biztatott. Sokszor töprengtem azon is, hogy mennyi embernek tartozom köszönettel azért, hogy ideáig eljutottam. Elsősorban *dr. Kovács Erzsébetnek* szeretném megköszönni, hogy annak idején bizalmat szavazott nekem, remélem, hogy ezzel a disszertációval végül rá is fogok szolgálni. Köszönöm *dr. Czakó Erzsébetnek*, amiért ő is felkarolta a kutatási témám, és gondoskodott róla, hogy ne vesszek el.

Mindenképpen hálával tartozom barátomnak és mentoromnak *dr. Losoncz Miklósnak*, amiért több, mint egy évtizeddel ezelőtt felismerte bennem annak a lehetőségét, hogy egyszer ideig eljuthatok, és mindvégig tartotta bennem a lelket. Nélküle biztosan nem sikerült volna.

Külön köszönöm szakmai műhelyemnek, a *Kopint-Tárki Konjunktúrakutató Intézet* összes munkatársának, amiért ennyi éven keresztül támogatták törekvéseimet. Köszönöm *dr. Palócz Évának*, aki az elejétől biztatott, *dr. Nagy Katalinnak*, aki végig megértően támogatott, *dr. Hárs Ágnesnek*, akihez mindig lehetett fordulni, *dr. Bogóné Jehoda Rozáliának*, aki mindig szívén viselte a sorsom, *Matheika Zoltánnak*, aki mindig segített helyesen eligazodni a világban, *Rózsás Erikának*, aki az egy irodában eltöltött sok év alatt második anyukámmá vált, és *Sinkó Ferencnek*, aki mindig jókedvre derített.

Szeretném megköszönni *dr. Vékás Péternek* a sok közös tanítást és kutatást, és amiért jó példával járt elől. Köszönöm egykori csoporttársaimnak, *dr. Radványi Annának*, *dr. Monda Eszternek*, *dr. Mohácsi Lászlónak* és *Tibori Tamásnak* amiért kellemes emlékké tették a közös éveket.

Óriási hálával tartozom családomnak, elsősorban *id. Vakhal Péternek*, édesapámnak, amiért elindított ezen az úton, és végig segített, támogatott, még a disszertáció elkészítésében is. Ugyanígy köszönet illeti édesanyámat *Plaveczy Myrtilt*, aki végig kitartott a céloom mellett, és mindig azon volt, hogy segítsen. Köszönöm nagynénémnek, *Vakhal Erikának*, aki végig támogatott a céloom elérésében. Sajnos néhányan nem érhatték meg a disszertáció elkészülését, szerepük azonban elvülhetetlen: *dr. Szabó Gyula*, aki végig támogatta tudományos pályámat, és aki nélkül biztosan nem sikerült volna,

nagymamám *Vakhal Péterné*, aki nélkül más ember lennék, nagypapám *Plaveczy Tivadar*, aki mindent megtett, hogy célba érjek, és nagymamám *Plaveczy Tivadarné*, aki már az elejétől fogva biztatott.

Végül, de nem utolsó sorban köszönet illeti *Svábné Godó Máriát* és *Godó Kálmánt*, amiért szeretettel befogadtak családjukba. Végezetül köszönöm páromnak *Sváb Katalinnak*, amiért ennyi ideig kitartott mellettem, és céljaim mellett, amiért soha nem lehetek elég hálás!

Az értekezésben maradt esetleges hibákért és tévedésekért minden felelősség kizárólag engem terhel.

1. Bevezetés

A nemzetgazdaságok fejlődésének folyamata hosszú évszázadok óta központi kutatási kérdése a közgazdaságtudománynak. Miért lesznek sikeresek egyes országok, ágazatok és vállalatok, míg mások, hasonló pályán, sokkal rosszabbul teljesítenek? Ezekre a kérdésekre sem a gazdaságtörténet, sem a modern tudomány nem tud kielégítő választ adni, aminek egyik oka, hogy a gazdaságok egyre komplexebb, integráltabb formát öltenek, így tanulmányozásuk is egyre nehezebb. A korabeli elméletek (mint például ricardo-i külkereskedelmi elmélet) mára jelentősen átalakultak, megújultak, néhányuk pedig érvényét veszítette. Az új jelenségek leírása egyre nagyobb statisztikai adatgyűjtési erőfeszítést igényel egy olyan környezetben, ahol a világgazdaság állandó változásban van.

A globális értékláncok egy emberöltő alatt a globalizált világgazdaság központi szereplőivé váltak. A világkereskedelem a második világháború óta még változatlan áron számolva is többszörösére emelkedett, és a trendet az azóta bekövetkezett világgazdasági válságok sem tudták igazán megtörni. Az országok, ágazatok és vállalatok közvetve és közvetlenül is több szálon kötődnek egymáshoz, aminek eredménye egy interdependens világgazdasági rendszer. Ebben érvényesül az *Edward Lorenz* (1963) által költőien *pillangó-hatás*nak nevezett jelenség, amelynek eklatáns példája a 2020. évi koronavírus világjárvány.

A vállalatok és így közvetve az országok termelési hálózatokba való szerveződése átrajzolta a függőségi viszonyokat, és mára már nem állíthatjuk, hogy a függés iránya egyértelműen a kisebb országból a nagyobb felé mutat. Egy ilyen konstellációban központi kérdéssé vált, hogy milyen kapcsolatrendszere van a hazai vállalatoknak, ágazatoknak, milyen szerepet töltenek be a beszállítói hálózatban, milyen fejlődési utat jártak be, és merre haladnak.

A fenti kérdés egy sokismeretlenes egyenletrendszer, amelynek megválaszolása nem lehetséges egyedül a közgazdaságtudomány segítségével, szükség van más diszciplínák eszköztárára is. A statisztika, az ökonometria, az operációkutatás régóta szerves része a gazdaság- és társadalomkutatásoknak. A hálózatelmélet azonban csak az elmúlt évtizedben kapott nagyobb figyelmet, amikor már rendelkezésre álltak olyan minőségű és mennyiségű adatok (elsősorban a szociális hálózatok terén), amelyek már alkalmasak

voltak arra, hogy a gráfelmélet módszereit alkalmazni lehessen. A globális értékláncok kutatásához szükséges első adattáblák a 2010-es évek közepén váltak elérhetővé, azonban a hálózatelmélet eddig csak partikuláris szerepet játszott a kutatásokban, mivel az adatbázisok merőben eltérnek a hagyományosan elérhető adatoktól: a hálózatok sűrűbbek, teljesen összefüggők, és a csúcsok értékére (teljesítményére) leginkább önmaguk vannak hatással (hurokéleken keresztül). Ezeken az adatokon futtatott klasszikus vizsgálatok (például klaszterelemzés) nem igazán jók, a levonható következtetések nagyon korlátozottak, ezért szükség van a módszerek kiigazítására, módosítására, amelyet a disszertáció tűzött ki célul.

Ezen módszerek segítségével közelebb kerülhetünk ahhoz, hogy megállapítható legyen egy ország, egy ágazat, de akár egy vállalatcsoport relatív pozíciója a globális értékláncokban. Mindez pedig hozzájárulhat a pontosabb gazdasági elemzések készítéséhez, szakpolitikai irányok célzottabbá tételéhez.

1.1 Célkitűzések

A globalizált világkereskedelem napjainkra szinte teljes egészében összefüggővé vált. Hálózatelméleti szempontból megközelítve a kérdést, megállapítható, hogy minden országnak számottevő kapcsolata van mindegyik másik országgal a Földön. Az Egyesült Nemzetek Szervezetének (ENSZ) 193 tagjával számolva, és az $n \times (n - 1)$ képletet alkalmazva (ahol n a hálózat csúcsainak száma) 37.056 kereskedelmi csatorna adódik, ha csupán az országok közötti kereskedelmet vizsgáljuk. A világkereskedelem azonban nem csupán egy sűrűn kapcsolt hálózat, hanem egyben rétegelt is, mivel a termelési folyamatok, amelyekben minden résztvevő országban hozzáadott érték keletkezik, egymásra épülnek. Ez az egymásra épülés *félrig szigorú* sorrendiséget is meghatároz, amelyben a különböző termelési szakaszok $a_1 \leq a_2 \dots \leq a_n$ sorban követik egymást. Az egymás szomszédságában lévő termelési folyamatok tehát bizonyos esetekben felcserélhetők, azonban jelentősen nem változtathatók meg.¹

Az értékláncok hálózatelméleti megközelítése nem számít új kutatási iránynak, mivel a nemzetközi input-output (IO) tranzakciós táblák struktúrája ($\mathbb{R}_{\geq 0}^{n \times n}$) alkalmas arra, hogy

¹ A termelésben egyes alkatrészek beszerelési sorrendje felcserélhető, azonban a főbb folyamatok sorrendje nem változtatható meg. Példaként említhetők a gépjárművek, ahol a kerekeket az alvázra lehet szerelni a termelési folyamat elején, de a végén is.

szomszédsági mátrixként kezeljük őket, ezért több kutatás is megvizsgálta már az adatokat, és elsősorban leíró statisztikákkal egészítette ki az irodalmat. A hálózatalmélet összekapcsolása az értékláncokkal más megvilágításba helyezheti a nemzetközi versenyképesség értékelését is, mivel komplexebb, pontosabb térképet nyújthat az országok, ágazatok és azon belül a vállalatok szerepéről a nemzetközi térben. Csupán hivatalos statisztikai adatok alapján az értékláncok elemzési lehetőségei rendkívül korlátozottak, mivel az uralkodó bruttó szemlélet jelentős torzításokat okoz, nem csupán a kereskedelmi, hanem más makrogazdasági statisztikai mutatókban is. A transznacionális vállalatok (TNC) globális együttműködése, munkamegosztása, árazása és tulajdonosi összefonódása nehezen, gyakran csak becslések alapján történik, ami a GDP szintjére, következésképpen minden abból származtatott indikátorra is jelentős hatással lehet, amelyek gazdaságpolitikai döntéseket, fejlesztési stratégiákat alapoznak meg. Az értekezés ezekre a veszélyekre külön fel kívánja hívni a figyelmet.

Kifejezetten az értékláncok szerkezetével és annak változásával foglalkozó mélyebb gráfelméleti vizsgálat eddig még nem jelent meg markánsan a szakmai kutatásokban. E mögött feltehetően az az ok húzódik meg, hogy az IO táblák szomszédsági mátrixként gráfelméleti szempontból speciálisnak számítanak. Az értékláncoknak közgazdasági szempontból több olyan sajátossága van, amely hálózatalméleti szempontból nehezen elemezhetővé teszi őket:

1. Az IO (szomszédsági) mátrix elemei súlyozott, irányított éleknek tekinthetők, azonban az élek súlya erősen korrelál a csúcsokat reprezentáló országok méretével². Általánosságban egy V_i csúcs súlya a $W(V_i) = \sum_{j=1}^n a_{ij}$ összegből adódik (ahol a_{ij} az élek súlya), ami a $cor(W(V_i), \rho_i) > 0$ összefüggést indukálja, ahol ρ_i az i csúcs fokszáma, azaz a csúcs súlya korrelál a kapcsolatok számával. A speciális IO esetben ez azonban nem teljesül, mivel a hálózat összefüggő (azaz minden csúcsnak minden csúccsal van kapcsolata), így a csomópontok súlya az azt reprezentáló ország méretétől függ³, következésképp az élek távolságként való értelmezése nem helyes.
2. A termelési szakaszok jól elkülöníthető halmazaiiban keletkezett hozzáadott értékek várható értéke megközelítőleg sem egyenlő, azaz $E(x \in S) \neq E(x \in S')$, ahol x a termelési lépést, S és S' pedig termelési szakaszt jelöli (Thimothy

² A disszertációban végig az ország, gazdaság „mérete” alatt a teljes előállított hozzáadott értéket értjük.

³ Natarajan Meghanathan való életből vett hálózatok esetén igazolta az állítást (Meghanathan, 2014).

Sturgeon et al., 2013). Ez indukálná a gráfelméletben szokásos szegmentálási algoritmusok alkalmazását, azonban IO szomszédsági mátrixok esetében ezek direkt módon nem alkalmazhatók, mivel a klaszterkészítő eljárások távolsági metrikákra épülnek, az élekre ez azonban nem teljesül (lásd első pont).

3. A termelés folyamata nem határolható le egyértelműen, azaz nem létezik a hálózatban olyan termelő, amely egyáltalán nem használ fel más országból származó hozzáadott értéket, így az áruflowot reprezentáló gráfok nem rendelkeznek kiindulási (forrás vagy t_0) ponttal⁴. Ezzel szemben a hálózat végpontjai ismertek, mivel a késztermék elkészülése után már nem végeznek további átalakításokat. Csak a végpont ismeretében a hozzáadott érték áramlások összességükben nem, csak szakaszonként értelmezhetők.
4. A hozzáadott értékek áramlási útvonala nem egyszerűsíthető kombinatorikai módszerekkel (nem létezik „legrövidebb út”). Ez az előző pont következménye. Egy ilyen „legrövidebb út egyszerűsítés” közgazdasági értelmezésben is aggályos, mivel azt feltételezi, hogy a termelés racionalizálható, ha bizonyos országokat (csúcspontokat) kihagyunk belőle.
5. Az előző pont indukálja a hálózati függőség kérdéskörének megvizsgálását, ami függőség azonban jelentősen túlmutat a hálózatelméleti megközelítésen, mivel az alapanyagfüggőség mellett politikai, kulturális és történelmi kapcsolatok is szerepet játszhatnak a kereskedelem alakulásában, például egy szabadkereskedelmi megállapodás formájában (Pratono, 2019).
6. Ellentétben a hagyományos gráfelméleti modellekkel a szomszédsági mátrix diagonálisának (a_{ii}) kiemelt szerepe van. Gráfelméleti alkalmazásokban általában jellemző, hogy a szomszédsági mátrix diagonálisán elhelyezkedő elemek értéke azonosan nulla. IO mátrixok esetében ez azonban nem igaz, sőt az országok saját felhasználása szinte minden esetben a legnagyobb érték a mátrixban (ellenkező esetben ez azt jelentené, hogy az ország összességében többet exportál, mint amennyit önmaga elfogyaszt, ami lehetséges, de nem valószínű eset). Függőségi viszony elemzésekor ennek következménye, hogy a csúcsok elsősorban önmaguktól függenek, vagyis a versenyképesség fejlődésében sokkal inkább a

⁴ Egyes nemzetközi input-output táblázatokban (pl.: WIOT) léteznek olyan elemek, amelyek a nulla értéket veszik fel, amely arra utalna, hogy a két egység között semmilyen tranzakció nincs. Mindebből azonban csak arra lehet következtetni, hogy az érték egy előre meghatározott küszöb alatt van. A dolgozatban alkalmazott Eora adatbázis (erről lásd a 4. fejezetet) azonban nem alkalmaz ilyen küszöbértéket, így minden mezőben 0-nál nagyobb érték szerepel.

hazai gazdasági hatékonyság, mintsem a külföldi kapcsolatrendszer a meghatározó.

Az értékláncok hálózatként való ábrázolása lehetőséget ad az idődimenzió megjelenítésére. Ez nem csupán tágítja a statisztikai-ökonometriai elemzési keretet, hanem egy olyan aspektusát is feltárhatja az értékláncoknak, amely eddig rejtve volt. A termelési szekvenciák becslése lehetővé teszi az eddig statikus rendszer dinamikus megközelítését, így pontosítható egy-egy ágazat, ország pozíciója egy tetszőleges globális beszállítói hálózatban. A disszertációban két megközelítés szerepel: a hozzáadott érték folyam becslése, valamint egy idősor alapú eljárás. Mindkét módszer a hálózatok rétegekbe való tagolását szolgálja, amely pontosabb reprezentációját adhatja azoknak a gráfoknak, amelyek egy tetszőleges értékláncot jelenítenek meg.

A rétegelt hálózatok feltárása egy másik, napjainkban különösen fontos perspektívát is megjelenít, mivel a különböző szekvenciák között függőségi viszony áll fenn. A dependencia értelmezése többféle lehet, és a választott megközelítés más-más nézőpontból közelíti meg a kérdést, így eltérő interpretációt is eredményez. A függőség kérdését az alábbi dimenziók alapján értékelhetjük, ezek megjelennek az értekezésben:

- *Rövid távon* minden beszállítási viszony egyben függőség is, mivel a termeléshez az alapanyagok nélkülözhetetlenek, a beszállító váltása pedig általában költségnövekedés mellett lehetséges. Ha a beszállítói piacon csak csekély verseny van, úgy ez a költség magasabb lehet, ám ha a beszállítói piacon a verseny intenzív, és van alapanyagkészlet, úgy a rövid távú függőség gyenge⁵.
- *Hosszú távú* függőség alakul ki a termelők számára egy-egy beszállító irányába, amennyiben a beszállító monopóliumot élvez a saját piacán, mivel ekkor a partner lecserélésének költsége végtelen (Clelland, 2014).

Az értekezés elsősorban a hosszú távú függőségi viszonyokon keresztül kívánja felhívni a figyelmet az értékláncon belüli dependenciákra. A megközelítés különlegességét az adja, hogy a termelési hálózatokban a függőség szintje független a hálózat fokszámoszlásától (sűrűségétől, méretétől), valamint az egyes csúcsok fokszámatól is, azaz $\xi(V_i|E(V_i), P(k)) = \xi(V_i)$, ahol ξ a függőség szintje, V_i a csúcs (ország, ágazat vagy termék), $E(V_i)$ a V_i csúcshoz tartozó élek (partnerek) száma, $P(k)$ a hálózat

⁵ Lásd például az építőipari alapanyagfüggőséget (Donato et al., 2015).

fokszámeloszlása. Ebből következik, hogy egy ország jelentősége egy értékláncban nem függ annak méretétől, és egy relatíve kis állam is képes jelentős szerepet betölteni, ha kvázi monopóliumot élvez egy termék világpiacán.

A piaci koncentráció mérése az értékláncokban jelentős kihívást jelent, mivel a nemzetközi IO adatbázisok nem termék, hanem ágazat alapúak, és magas szinten aggregáltak, így a termelőfelhasználás elemzésekor nem állapítható meg, hogy milyen termék beszállítása történt éppen két ágazat között. A külkereskedelmi adatok összekötése az IO táblával csupán partikuláris vizsgálatokat enged meg, azonban az elemzett termékek és csoportok köre tetszőlegesen bővíthető. A termék alapú vizsgálatok már alkalmasak a hagyományos versenyképességi mutatók bevonására, és értéklánc-alapú értelmezésére is (például a feltárult komparatív előnyök terén).

A disszertáció tehát fel kívánja hívni a figyelmet a piaci koncentráció, és az értékláncban betöltött szerep közötti összefüggésekre, ami hagyományos gráfelméleti algoritmusokat is befolyásolja, amelyek a hálózatok struktúráját alakítják. Kiváltképp a különböző szegmentációs eljárások igényelnek módosítást vagy más megközelítést, mivel ezek a módszerek rendszerint a fokszámok alapján végzik a hálózatok particionálását. Ilyenkor a kevesebb éllel (kisebb súllyal) rendelkező csúcsok rendszerint háttérbe szorulnak, és a sok éllel rendelkező csúcsok kerülnek a középpontba, és ezek jelentik a legfőbb szegmentáló erőt is. Ezek az algoritmusok azonban nem mutatják meg a hálózatokban a valódi függőségi viszonyokat, amelyeket csak a piaci koncentráció beemelésével lehetne megjeleníteni, erre azonban a nemzetközi input-output táblát önmagukban nem adnak lehetőséget.

A disszertáció célja, hogy a fentebb említett módszerek és eljárások segítségével egy más megvilágításban értékelje a magyarországi vállalatok versenyképességét, elhelyezkedését a nemzetközi értékláncokban. A pozíciók precízebb meghatározása újabb adalékokat adhat a feljebb lépési (upgrade) lehetőségeket vizsgáló kutatásokhoz, valamint beavatkozási, támogatási pontok azonosításához nyújthat támogatást. A globalizáció ezen szegmensének alaposabb ismerete hozzájárulhat a közepes jövedelmű országok csapdájának („*middle income trap*”) elkerüléséhez Magyarországon és a régióban.

1.2 Alapfogalmak

A disszertáció egyszerre épít a vállalatgazdaságtan, mikro- és makroökonómia, a nemzetközi (vállalat) gazdaságtan, a hivatali statisztika, a statisztikai következtetéselmélet, valamint a matematika, azon belül is a gráfelmélet elemeire. Mindezek szinergiája teremti meg a disszertáció egységét, így feltétlenül szükséges azon alapfogalmak ismertetése, amelyekre az értekezés épít, mivel később az egyes fejezetekben ezekre posztulátumként tekintünk, azonban részletes ismertetésükre terjedelmi okokból már nincs lehetőség. Ez a fejezet ezért fogalomtárként is használható.

1.3 Közgazdasági és statisztikai alapfogalmak

A **vállalat** specializált termelőegység, amely a munkaerő, és a termeléshez szükséges inputok felhasználásával árucikket vagy szolgáltatást (összefoglaló nevén terméket) állít elő (Demsetz, 1997). A vállalat által termelt termékek piaci áron számolt kibocsátása a vállalat **outputja**. Minden termék outputnak tekinthető, amely felhasználásra kerülhet más termelőegységek vagy fogyasztók által, illetve a vállalat saját maga által. A **termékek** felhasználási jellegüket tekintve háromféle csoportba sorolhatók:

- **Félkész termékek** (esetleg féltermékek, „*intermediate products*”): kizárólag termeléshez felhasználható termékek. A felhasználók lehetnek vállalatok, de háztartások is. Fontos kihangsúlyozni, hogy az állóeszközök nem félkész termékek, még akkor sem, ha termeléshez használják fel őket (lásd tőkejavak).
- **Késztermékek** („*final goods*”): termékek, amelyeket a fogyasztók végső fogyasztási szándékkal vásárolnak meg, azokon további fizikai átalakítást nem végeznek, és nem használják fel inputként olyan termék elkészítéséhez, amelyet később eladnak. Bár a tartós fogyasztási cikkeknek létezhet másodlagos piaca, ezek összértéke nem jelentős a világpiacon.
- **Tőkejavak** („*capital goods*”): olyan fizikai javak, állóeszközök, amelyeket a vállalat a termeléshez felhasznál, de a termékbe nem építi be (például gépek, épületek, szerszámok, számítógépek, járművek stb.). A tőkejóság befejezett termék, és bár a termeléshez használják fel, de nem félkész termék. Tőkejavakat nem csupán a vállalat, hanem a háztartás is vásárolhat (például lakóingatlan).

A termékek csoportosítása a ENSZ által gondozott (UNSTAT, 2015) CPC (Központi Termék Nomenklátúra) besorolás alapján történik, amelyben minden árucikkhez hozzá van rendelve a harmonizált vámtarifa kód (HS), valamint minden termékhez (árucikk

+ szolgáltatások) tartozik egy ISIC (iparági nómenklátúra) kód, amely a terméket legjellemzőbben előállító ágazatot jelöli.

Itt érdemes megjegyezni, hogy IO elemzések során a termékeket a felhasználás jellege szerint szokás csoportosítani, mivel a fenti besorolások nem alkotnak egyértelmű diszjunkt halmazt. Léteznek olyan termékek, amelyek attól függően számítanak készterméknek (végső fogyasztás), vagy éppen félkész terméknek (közbenső fogyasztás), hogy milyen entitás vásárolta azokat⁶.

Háztartásnak minősülnek az olyan személyek alkotta csoportok, akik a megélhetésükhöz szükséges beszerzésüket, fogyasztásukat együtt végzik. A háztartások elenyésző hányada végez termelést, döntő részük csak készterméket fogyaszt, illetve néha tőkejavat halmozhat fel (például, ha ingatlant vásárol). A háztartások mellett gyakran működnek olyan állam által is finanszírozott vállalatok, **nonprofit szervezetek** (NPISH), amelyek termékeiket a háztartások számára térítésmentesen kínálják (például egyházak). Az IO rendszerben az ő fogyasztásukat is jellemzően a háztartásokhoz soroljuk. Súlyuk egyes (nem szekuláris) országokban jelentős lehet.

A vállalatok és a háztartások mellett az állam is önálló entitást képvisel a gazdaságban. Késztermék fogyasztásuk **közösségi fogyasztásnak**, beruházásaik **közösségi beruházásnak** minősülnek. Fontos megjegyezni, hogy az állam önmaga nem jelenik meg termelőként a piacon, csak állami vállalatokon keresztül, amelyek IO rendszerben piaci vállalatként kezelendők.

A tőkejavak vásárlása (függetlenül a vásárló entitásától) **tőkefelhalmozásnak**, más szóval **beruházásnak** minősül, mikor felhasználó állóeszközt vásárol. Ide tartoznak az olyan beruházások is, amelyek nem megtermelt eszköznek („*non-produced assets*”) minősülnek, mint például a termőföld, lelőhelyek, különféle jogok stb⁷. Ezek az eszközök jellemzően csupán tulajdonost váltanak, vagyis a tulajdonos szektorok, ágazatok közötti tranzakció a nemzeti számlákban (SNA) beruházásnak tekintendő (EUROSTAT-OECD, 2015).

⁶ Jó példa erre a nyomtatópapír. Amennyiben a háztartások vásárolták, azok bizonyosan felhasználják fogyasztás céljából, azonban ha vállalatok, akkor a termeléshez is felhasználhatják, ami viszont így közbenső felhasználásnak minősül.

⁷ Általánosságban minden olyan tőkejószaág vásárlása, amely a vállalat mérlegében az eszközök között szerepel, beruházásnak tekintendő.

A termelők által gyártott kész-, illetve félkész termékek és szolgáltatások felhasználhatók egyrészt a gazdaság rezidens szereplői (vállalatok, háztartások, NPISH-k, kormányzat), valamint a külföld által. Ez utóbbi **export**nak minősül, a termék vagy a szolgáltatás piaci áron tulajdonost vált két eltérő székhelyű gazdasági szereplő között. Ami az eladó szempontjából export, a vevő szempontjából **import**. Külkereskedelmi áruforgalomban a háztartások jellemzően nem vesznek részt, a szolgáltatás-külkereskedelemben azonban már jelentős szerepük van.

Nem szükséges, hogy a vállalatok eladják késztermékeiket, mivel azokat később is értékesíthetik. Ameddig a késztermék nem kerül a végső fogyasztó tulajdonába, addig a vállalat **készletének** részét képezi.

A vállalatok a termeléshez felhasznált alapanyagokat és félkész termékeket munkaerő, valamint a tőkejavak (összefoglalóan **inputok**) felhasználásának segítségével outputtá alakítják. A termelés ezen folyamata a $q = f(v_1, \dots, v_n)$ függvényformával ragadható meg, ahol q az output, v_n , a termelési tényező, f pedig a termelési függvény. A következő táblázat négy termelő együttműködését mutatja be az általuk előállított termék jellege, és a felhasznált inputok, valamint outputok szerint (1. táblázat):

1. táblázat: Termelési szakaszok egy hipotetikus értékláncban a felhasznált inputok, az output, valamint a termék jellege szerint

Első szakasz		Második szakasz		Harmadik szakasz		Negyedik szakasz		Ötödik szakasz
Ágazat: Bányászat		Ágazat: Fémmegmunkálás (horganyozás)		Ágazat: Fémmegmunkálás (forgácsolás)		Ágazat: Kiskereskedelem		Fogyasztás
<i>Inputok</i>	<i>Output</i>	<i>Inputok</i>	<i>Output</i>	<i>Inputok</i>	<i>Output</i>	<i>Inputok</i>	<i>Output</i>	
Tőkejavak	Réz, cink	Tőkejavak	Sárgaréz	Tőkejavak	Kilincs	Tőkejavak	Kiskereskedelmi szolgáltatás ⁸	
Munkaerő		Munkaerő		Munkaerő		Munkaerő		
Lelőhely		Réz, cink		Sárgaréz		Kilincs		
<i>Félfkész termék</i>		<i>Félfkész termék</i>		<i>Félfkész termék</i>		<i>Késztermék</i>		

Forrás: saját szerkesztés

⁸ Kizárólag a kiskereskedelmi szolgáltatás díjával növelhető a hozzáadott érték.

A **termelési függvények** számos formát ölthetnek, legáltalánosabb alakjuk az úgynevezett Cobb-Douglas termelési függvény⁹ (Cobb & Douglas, 1928), amely multiplikatív, de additív formában is létezik:

$$q = Av_1^\alpha v_2^\beta \quad (1)$$

ahol,

q = kibocsátás,

A = konstans,

v_1 = termeléshez felhasznált tőke,

v_2 = termeléshez alkalmazott munkaerő,

α = a tőke részesedése a termelésben,

β = a munkaerő részesedése a termelésben.

A termelési függvény meghatározza, hogy az adott inputok kombinációjával mekkora output érhető el. Legegyszerűbb esetben a vállalat nem a kibocsátását, hanem a profitját maximalizálja (amely a bevételek adott szintjén ekvivalens a költségek minimalizálásával). A termeléshez felhasznált inputokról középtávon feltételezzük, hogy **helyettesíthetők**, rövid távon azonban ez a tulajdonság csak korlátozottan érvényesül, mivel a helyettesíthetőség rugalmassága ezen az időtávon nagyon alacsony (Jones, 2003). A disszertáció szempontjából kiemelt jelentőséggel bír az úgynevezett **konstans arányú termelési függvény**¹⁰, amely feltételezi, hogy a termeléshez szükséges tényezők aránya fix, és nincs helyettesíthetőség. Bár termelési tényezők alatt rendszerint a termeléshez szükséges munka és tőke felhasználását értjük, a függvény könnyen általánosítható a termeléshez szükséges inputok esetére is (Csontos & Ray, 1992; W. E. Diewert, 1971):

$$Q(y) = \{x: f(x) \geq 0\} \quad (2)$$

$$y = \min \{x: (x_1, x_2 \dots x_n) \geq 0\} \quad (3)$$

ahol,

$Q(y)$ = a termelési lehetőségek halmaza

y = az inputokból megtermelhető termékegység

x_n = a termeléshez felhasznált input tényező

⁹ A termelési függvényeknek a Cobb-Douglas típus mellett számos alakja létezik: CES, CET, Translog stb (lásd Heathfield & Wibe (1987)).

¹⁰ Ismert még Leontief termelési függvényként is.

A termelési függvény értelmében a termelő csupán annyi egységet tud megtermelni, amennyi a rendelkezésre álló inputokból lehetséges. Mivel rövid távon ezek az inputok nem helyettesíthetők, így a szűk keresztmetszetet a legkevesebb mennyiségben elérhető input adja.

Hasonló termelési függvény mellett üzemelő termelők azonos mennyiségű és minőségű inputok mellett a **termelékenységüknek** megfelelő mennyiségű outputot képesek előállítani. A termelékenység változását több irányból is megközelíthetjük (OECD, 2001):

- Technológiai változás: az iparági K+F+I folyamatoknak köszönhetően a termelés hosszú távon olyan technológiai változáson megy keresztül, ami emeli a gazdaság termelékenységét. A technológiai fejlődés feltehetően a leggyakrabban előforduló, azonban a legnehezebben mérhető termelékenységi mozgatórugó, amely hosszú távon a termelési függvény és a felhasznált inputok megváltozásával is járhat (Kortum, 1997).
- Hatékonyság javulás: Diewert és Lawrence (1999) alapján a hatékonyság változása nem azonos a technológiai haladással, csupán az elérhető termelési lehetőségek halmaza által biztosított legmagasabb kibocsátást eredményező termelés megvalósulását vagy ahhoz való közeledést jelenti. Ebben az esetben se a termelési függvény, se a felhasznált inputok nem változnak.
- Költségmegtakarítás: az előző két termelékenység javulás eredménye jellemzően a nagyobb kibocsátás. Ugyanakkor változatlan output mellett is elérhető a termelékenység javulása, amennyiben a termelő valamilyen módon költségmegtakarítást ér el, akár úgy, hogy más ágazatok hatékonyságjavulásából vagy technológiai fejlődéséből eredő hasznokat élvezi, vagy állam által megváltoztatott szabályok jelentek számára költségcsökkenést.

A termelékenység változásának mérésére számos statisztika létezik, azonban egyik sem tekinthető univerzálisnak. Jellemzően külön szokás becsülni a termelési tényezők (munka és tőke), és az inputok termelékenységét, de olyan kompozit indikátorok is léteznek, amelyek egyszerre értékelik az összes tényező szerepét a termelésben. A 2. táblázat ezeket foglalja össze:

2. táblázat: A termelékenység mérésének lehetőségei

	Munkaerő Mérési lehetőségei: <ul style="list-style-type: none"> Foglalkoztatottak teljes munkaidőre korrigált száma (FTE) Ledolgozott munkaóra Munkabér 	Tőke Mérési lehetőségek: <ul style="list-style-type: none"> teljes eszközállomány saját tőke összege állóeszközök állománya 	Munkaerő és tőke Mérési lehetőségek: A termelési tényezők szerepét a kibocsátásban, illetve a hozzáadott értékben jellemzően lineáris regresszió segítségével becsülik.	Munkaerő, tőke és inputok <ul style="list-style-type: none"> energia-felhasználás szolgáltatások materiális inputok Forrás: IO táblák
Bruttó kibocsátás	Munkatermelékenység $P = \frac{\Delta output}{\Delta munkaerő}$ <p>Megmutatja, hogy a munkaerő termelékenységének változása hogyan befolyásolja a kibocsátást. Más értelmezése: hány egység munkaerő szükséges egy egység output előállításához. Hátránya, hogy a munkaerő termelékenységének változásától nem vonatkoztatható el a tőke termelékenységének változása</p>	Tőketermelékenység $P = \frac{\Delta output}{\Delta tőke}$ <p>Megmutatja, hogy a termeléshez felhasznált tőke termelékenysége hogyan hat a kibocsátásra. Változása nem függetleníthető a munkaerő termelékenységének változásától.</p>	Többtényezős termelékenység ¹¹ $P = \frac{\Delta output}{\Delta(\alpha L + (1 - \alpha)K)}$ <p>Megmutatja, hogy a munkaerő és a tőke együttes felhasználásának változása hogyan a kibocsátásra. Inkább mikro szinten alkalmazható mutató, makro szinten az aggregálás jelentős torzításokat okozhat.</p>	KLEMS ¹² többtényezős termelékenység $P = \frac{\Delta output}{\Delta(\sum_{i=1}^5 \alpha_i F_i)}$ $F_i: \{K, L, E, M, S\}$ <p>A technológiai, valamint a hatékonyság változás megjelenítésére alkalmas mutató. Hatalmas adatigénye miatt csak korlátozottan elérhető.</p> <p>Hozzáadott érték alapú mérésre nem alkalmas.</p>
Hozzáadott érték	Munkatermelékenység $P = \frac{\Delta hozzáadott \text{ érték}}{\Delta munkaerő}$ <p>Megmutatja, hogy a munkaerő termelékenységének változása hogyan befolyásolja a hozzáadott érték termelését. A mutató kevésbé függ más (főleg az input) tényezők változásától.</p>	Tőketermelékenység $P = \frac{\Delta hozzáadott \text{ érték}}{\Delta tőke}$ <p>Megmutatja, hogy a tőke termelékenységének változása hogyan befolyásolja a hozzáadott érték termelését. A mutató kevésbé függ más (főleg az input) tényezők változásától.</p>	Többtényezős termelékenység $P = \frac{\Delta hozzáadott \text{ érték}}{\Delta(\alpha L + (1 - \alpha)K)}$ <p>Megmutatja, hogy a munkaerő és a tőke együttes felhasználásának változása hogyan hat a hozzáadott érték termelésre.</p>	

Forrás: Gullickson és Harper (1987); OECD (2001); Schreyer és Pilat (2001); Timmer et al. (2007); Vakhal (2018) alapján saját szerkesztés

¹¹ Szokás teljes tényezős termelékenységnek is nevezni (*Total factor productivity* – TFP)

¹² A KLEMS az alábbi termelési függvényt takarja: $y=f(K, L, E, M, S)$, ahol K a tőke, L a munkaerő, E az energia, M a felhasznált anyagok és alkatrészek, S a szolgáltatások jele (M. P. Timmer et al., 2007)

Miként a fenti, 2. táblázatban látható a termelés két vetületben, **kibocsátás** és **hozzáadott érték** mentén értékelhető. A kibocsátás jellemzően az értékesítés nettó árbevételén keresztül mérhető, piaci áron számítva. A hozzáadott érték az az érték, amely a termelésben, a termelő által végzett munka során keletkezik. A mutató bruttó és nettó szemléletben is vizsgálható:

- Bruttó hozzáadott érték (BHÉ) = kibocsátás – termeléshez felhasznált áruk és szolgáltatások¹³
- Nettó hozzáadott érték = BHÉ – értékcsökkenés

A hozzáadott érték szerepe a gazdaságban központi, mivel a gazdaság minden szereplője által előállított összege képezi a GDP alapját, és jelenti a rezidensek elsődleges jövedelmét, következésképp a költségvetési bevételek nagy részét is. A BHÉ mérése elsősorban vállalati szinten történik, amelyet később nemzetgazdasági szintre aggregálnak. Mikroszinten a mutató előállítása a következő:

3. táblázat: A bruttó hozzáadott érték vállalati adatokból történő hivatalos számítása Magyarországon

Kibocsátás = Értékesítés nettó árbevétele + Aktivált saját teljesítmények értéke – ELÁBÉ (eladott áruk beszerzési értéke) – Közvetített szolgáltatás bevétele
Folyó termelőfelhasználás = Anyagjellegű ráfordítások – ELÁBÉ (eladott áruk beszerzési értéke) – Közvetített szolgáltatás bevétele
Bruttó hozzáadott érték = <i>Kibocsátás – Folyó termelőfelhasználás</i>

Forrás: Bella és Kazimir (2020)

A végső fogyasztó által elfogyasztott termék vagy szolgáltatás számos termelő által előállított hozzáadott értékből épül fel, amelyek földrajzilag egymástól távol is eshetnek. Az így kialakult termelési láncot előzetesen **hozzáadott-érték láncnak** nevezzük, részletes leírásuk közgazdasági szempontból a 2. fejezetben, statisztikai szempontból az 3. fejezetben található. Kiemelt jelentőséggel bírnak még az **input-output (IO) táblák**, amelyekről részletes ismertetést a 4. fejezet tartalmaz.

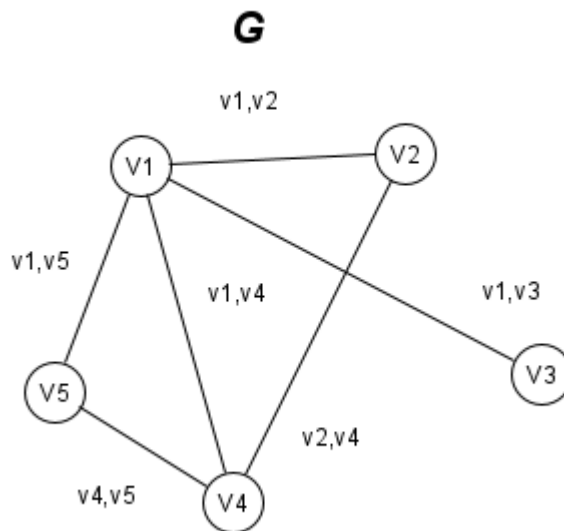
¹³ Termelőfelhasználás.

1.4 Hálózatelemélet, gráfok^{14,15}

A hálózatok komplex (inter)dependenciákat megjelenítő rendszerek, amelyekben a résztvevő egységek egyéni tulajdonságai csak korlátozottan játszanak szerepet, miközben a hangsúly a kapcsolatok megjelenítésén, és azok elemzésén van. Két hálózat elsősorban tehát nem a bennük szereplő egységek alapján hasonlítható össze, hanem a függőségi struktúrák mentén vizsgálható. Következésképpen olyan hálózatok is hasonlóak lehetnek, amelyekben az egységek halmaza nem teljesen átfedő, mindez pedig rendszerek nem triviális kapcsolatainak feltárását teszi lehetővé (Emmert-Streib et al., 2016).

A hálózat elemeit a **csúcsok** jelenítik meg. A tagok közötti kapcsolatot a csúcsok között húzódó **élekkel** fejezhetők ki. Egy G gráf V csúcsokkal és E éllel a $G=(V,E)$ módon formalizálható, ahol $V: \{v_1, v_2, \dots, v_n\}$ a csúcsok, $E: \{e_1, e_2 \dots e_m\}$ pedig az él halmaza. Ha v_1 és v_2 csúcs között létezik kapcsolat, amelyet az e_1 és jelenít meg, azt az $e_1 = \{v_1, v_2\}$ reláció jeleníti meg. A következő, 1. ábra egy egyszerű gráfot ábrázol:

1. ábra: Egy egyszerű gráf



Forrás: saját szerkesztés

Az 1. ábrán szereplő G gráf a következőképpen definiálható: $V(G) = \{V_1, V_2, V_3, V_4, V_5\}$, $E(G) = \{v_1v_2, v_1v_3, v_1v_4, v_1v_5, v_2v_4, v_4v_5\}$. Az E él egy $w: V \rightarrow R^+$ függvény leképezései, ahol egyszerű esetben

$$w(e_i) = \begin{cases} 1, & \text{ha } \{v_i, v_j\} \in E(G) \ (i \neq j) \\ 0, & \text{egyébként} \end{cases} \quad \forall e_i \quad (4)$$

¹⁴ Az értekezésben a hálózat és a gráf egymás szinonimái.

¹⁵ A fejezet elsősorban Hajnal (2003) könyvére támaszkodik.

Egyszerű gráfok esetén tehát a kapcsolatot egy bináris $[0,1]$ skalár írja le. A kapcsolatrendszert összetettebb módon jellemzik a **súlyozott gráfok**, ahol $w = [0, \infty]$ $w \in R^+$ halmazon tetszőleges értéket felvehet. A csúcsok közötti kapcsolatokat az úgynevezett **szomszédsági mátrix** jeleníti meg, jelölése $A^{n \times n}$, ahol $n = |V|$, azaz a V csúcshalmaz számossága. Az 1. ábrán látható gráf szomszédsági mátrixa a következő:

4. táblázat: Az 1. ábrán bemutatott gráf szomszédsági mátrixa

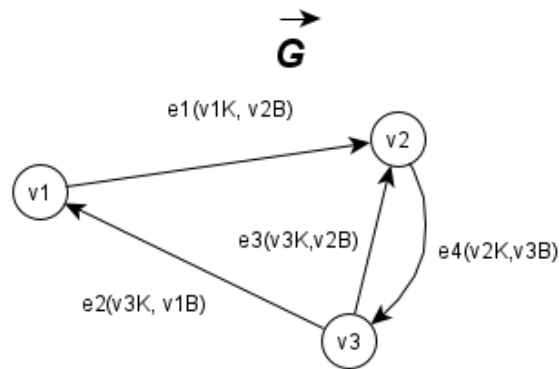
		V1	V2	V3	V4	V5
	V1	0	$w_{1,2}$	$w_{1,3}$	$w_{1,4}$	$w_{1,5}$
	V2	$w_{1,2}$	0	0	$w_{2,4}$	0
A(w)=	V3	$w_{1,3}$	0	0	0	0
	V4	$w_{1,4}$	$w_{2,4}$	0	0	$w_{4,5}$
	V5	$w_{1,5}$	0	0	$w_{4,5}$	0

Forrás: saját szerkesztés

A szomszédsági mátrixok jellemzője, hogy mindig négyzetesek, azonban csak az **irányítatlan gráfok** esetén szimmetrikusak, azaz $w_{ij} = w_{ji} \forall w \in A$. Ilyen hálózatok esetén az élek csupán a kapcsolat létét fejezik ki, és nem rendezhetők sorba.

Az értékláncok esetén kiemelt jelentőséggel bírnak az **irányított gráfok**. Egy \vec{G} irányított gráf négy paraméterrel adott: $\vec{G} = (V, E, K, B)$, ahol V és E szokásosan a csúcsok, illetve az élek halmazát jelöli, míg K (kezdőpont) és B (végpont) két reláció V és E halmazok között. Minden élnek két egyelemű halmaz feleltethető meg, azaz $\{v \in V: vKe\}$ és $\{v \in V: vBe\} \forall e \in E$. v_iKe_j értelmezése: v_i az e_j él kezdőpontja. Hasonló analógiára v_iBe_j értelmezése: v_i az e_j él végpontja. A következő 2. ábra egy egyszerű irányított gráf reprezentációja, az 5. táblázat pedig a hozzá tartozó szomszédsági mátrix:

2. ábra: Példa egy \vec{G} irányított gráfra



Forrás: saját szerkesztés

5. táblázat: A 2. ábrán látható \vec{G} irányított gráf szomszédsági mátrixa

		V1	V2	V3
	V1	0	$w_{1,2}$	0
A(w)=	V2	0	0	$w_{2,3}$
	V3	$w_{3,1}$	$w_{3,2}$	0

Forrás: saját szerkesztés

Írányított gráfok esetén az $A(w)$ szomszédsági mátrix négyzetes, de nem szimmetrikus, mivel a kétirányú kapcsolatot két él jeleníti meg, amelyek súlyát illetően nincs azonossági megkötés. Ez a tulajdonság az értékláncok szempontjából kiemelten fontos, mivel az ágazatok (országok) ágazatközi felhasználása irányonként eltérő. Például a vendéglátás nagy mennyiségben használhat fel termékeket a mezőgazdaságból, azonban a mezőgazdasági felhasználás csupán kis részben érkezik a vendéglátásból.

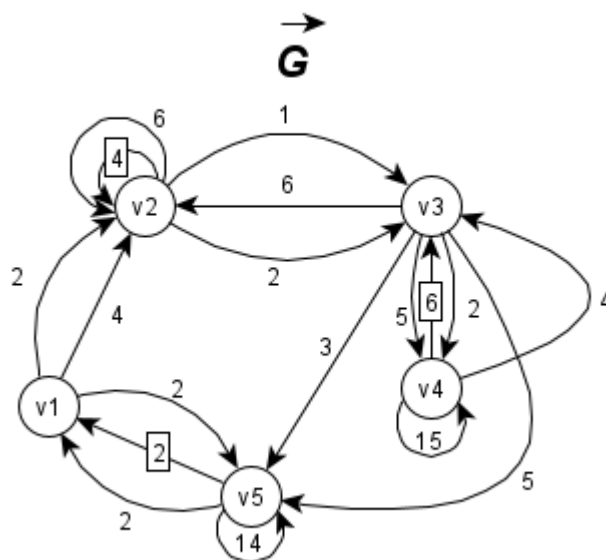
Az értékláncok szempontjából szintén kiemelt jelentőséggel bírnak a **hurokélek**, amelyek kezdő és végpontja ugyanaz, azaz $e_i = e(v_j K_e, v_j B_e)$. A szomszédsági mátrixban ezek az élek a diagonálison jelennek meg, közgazdasági értelmezésük szerint az adott ágazat (ország) saját ágazatba (piacra) való beszállítását jeleníti meg. Mivel a saját ágazatba való beszállítás jellemzően nagyobb volumenű, mint a többi ágazat és a háztartások felhasználása, továbbá az export összege, ezért az IO táblák szomszédsági mátrixára a szigorú diagonális domináltság jellemző, azaz $a_{ii} > \sum_i^j a_{ij} \forall i, i \neq j, a_{ij} \in R^+$. Következésképpen, az IO táblák nem szingulárisak, és pozitív szemidefinitiek¹⁶. Mindez

¹⁶ Ennek bizonyítása megtalálható Bell (1965) munkájában.

biztos invertálhatóságot jelent, ami elengedhetetlen feltétele a Leontief-féle IO módszertan alkalmazhatóságának (lásd 4. fejezet).

Hurokéllal az egyszerű gráfok nem rendelkezhetnek, ezért szükséges bevezetni a **multigráf** vagy **pszeudo-gráf**¹⁷ fogalmát, amely a hurokélek mellett a **többszörös él**¹⁸ létezését is megengedi. Más szavakkal a multigráfok olyan hálózatok, amelyekben két csúcs között egynél több él is futhat, valamint a hurokélekből is lehet több. A párhuzamos élek, ha nincs saját identitásuk (súlyuk) összevonhatók, de külön kezelendők, ha van saját identitásuk, azaz ha van saját súlyuk. A multigráfok jelölése a gráfon megegyezik az irányított gráfok esetén használtakkal. A szomszédsági mátrix a pszeudo-gráfok esetén is négyzetes, mivel a többszörös élek értéke összeadandó. A GVC-k tekintetében a multigráfok elsősorban azt a megjelenítési lehetőséget szolgálják, amelyben a csúcsok az országokat, az élek az iparágakat jelenítik meg, vagyis egy ilyen konstellációban több dimenzió is ábrázolható. A következő, 3. ábra és a 6. táblázat egy hipotetikus irányított multigráfot, valamint annak szomszédsági mátrixát mutatja be:

3. ábra: Egy hipotetikus \vec{G} irányított multigráf önálló él identításokkal (súlyokkal)



Forrás: saját szerkesztés

¹⁷ Egyes definíciók (Pemmaraju & Skiena, 2003) szerint a multigráf önmagában nem engedi meg a hurokélek létezését, ez csupán a pszeudo-gráfban engedélyezett. A két típus közötti különbség az értekezés szempontjából nem lényeges, ezért a továbbiakban a multigráf és a pszeudo-gráf egymás szinonimájaként értendő.

¹⁸ Egyes tanulmányokban *párhuzamos él*.

6. táblázat: A 3. ábrán bemutatott \vec{G} multigráf szomszédsági mátrixa

	V1	V2	V3	V4	V5
V1	0	6	0	0	2
V2	0	10	3	0	0
V3	0	6	0	7	7
V4	0	0	10	15	0
V5	4	0	0	0	14

Forrás: saját szerkesztés

Egy irányított gráf akkor lesz **hálózat**, ha rendelkezik legalább egy $s \in V(\vec{G})$ **forrás** és legalább egy $t \in V(\vec{G})$ **nyelő** csúccsal, valamint *minden* élhez rendelhető egy $c: E(\vec{G}) \rightarrow R^+$ kapacitásfüggvény, amely meghatározza az élek áteresztőképességét. Nevezzük az $f: E(\vec{G}) \rightarrow R^+$ függvényt **folyamnak**, az $\sum_{E_x^+} f(e)$ összeget pedig x csúcsba beáramló, az $\sum_{E_x^-} f(e)$ összeget pedig az x csúcsból kiáramló folyamoknak. A $v(f) = \sum_{E_x^+} f(e) - \sum_{E_x^-} f(e)$ kifejezés pedig legyen az f folyam értéke. A disszertációban alkalmazott modellek feltételezik, hogy minden csúcsnak van megengedett folyama, azaz $0 \leq f(e) \leq c(e)$, vagyis az élen átfutó folyamok értéke nem haladhatja meg az él kapacitását. Az értékláncok vizsgálatakor nincs megkötés arra nézve, hogy az egy csúcsához tartozó folyamok összege pozitív vagy negatív tartományba esik.

Közgazdasági értelmezés szerint (tisztán nemzetközi IO táblákban) a pozitív folyamösszeg deficités (a vizsgált országba több import érkezik, mint amennyi export távozik), ennek ellenkezője pedig szufficités folyó fizetési mérleget jelent. *Globálisan* azonban teljesül a következő feltétel, amit a gráfelmélet megmaradási törvényként ismer:

$$\sum_{E_x^+} f(e) = \sum_{E_x^-} f(e) \quad \forall x \quad (5)$$

A fenti egyenlet akkor nyer igazán értelmet a GVC-k vetületében, ha nem csupán a termelőfelhasználás, hanem a végső felhasználás is a hálózat része. Ez impliciten feltételezi, hogy globálisan nincs lomtalanítás, vagyis a folyam során nem semmisülnek meg termékek, minden megtermelt árut vagy szolgáltatást végül elfogyasztanak, vagy készleten tartanak. A gráfelméletben a folyamok jellemzően optimalizálási feladatként tűnnek fel, ennek azonban a GVC-k tárgykörében nincs létjogosultsága, mivel a legtöbb

feltételezés sérül. Többek között ilyen a helyettesíthetőség feltételezése, amely vágásokat eredményezhet a hálózatokban az egyszerűsítés, valamint az optimalizálás során. A nemzetközi értékláncokban azonban a helyettesíthetőség csak nagyon korlátozottan vehető számításba, mivel még az egy árucsoportba tartozó termékek között is jelentős minőségbeli különbségek vannak, így nem jelenthető ki, hogy egy értéklánc biztosan egyszerűsíthető (gráfelméleti szempontból ritkítható), ha egy termelő kapacitása még elbírna további megrendeléseket, míg egy másik már 100%-os, vagy azt meghaladó¹⁹ kapacitáskihasználtságon működik.

1.5 Hálózatokat leíró statisztikák²⁰

A modern hálózattudomány számos mutatót alkotott a gráfok statisztikai értékelésére. Az indikátorok többsége az egy hálózathoz tartozó csúcsok és élek összehasonlítására alkalmas, illetve a gráf struktúráját egy skalárba tömörítő statisztikák osztályába tartozik. Viszonylag kevés számú olyan mutató van, amelyek skálafüggetlen alapon képesek két eltérő hálózat összehasonlítására, ezért az értekezés ezeket nem használja fel, és jelen ismertetőben nem is tér ki²¹.

Egy hálózat sűrűségét jól jellemzik a **fokszámok**, amelyek az összes kapcsolat számát jelenítik meg. Irányítatlan súlyozatlan gráfok esetén a $d(G) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N e_i$ képlettel adott. Fontos megjegyezni, hogy a hurokél a fokszámot kettővel növeli. Irányított gráfok esetén külön kezelendők a csúcsokból kifelé, és a csúcsokba befelé mutató élek, ezek összege adja a gráf fokszámát: $d(\vec{G}) = d^+(\vec{G}) + d^-(\vec{G})$. Mivel minden csúcs esetén meghatározható a fokszám, definiálható egy diszkrét valószínűségi úgynevezett **fokszámeloszlás**. Ez utóbbi alapján következtethetünk arra, hogy a hálózatban a csúcsok milyen szorosan kapcsolódnak egymáshoz, és képet kaphatunk a gráf szerkezetéről is. A fokszámeloszlás egyes nevezetes esetekben ismert eloszlások képét veszi fel. Az egyszerű gráfok Erdős-Rényi véletlengráf modelljében (Erdős és Rényi, 1960) a fokszámeloszlás binomiális. Nagy csúcsszámú²², de továbbra is véletlengráf struktúrákban az eloszlás Poisson lesz²³ (Daudin et al., 2008).

¹⁹ A tervezetthez képest.

²⁰ Ez a rész részben Barabási és Pósfai (2016) könyvére épül.

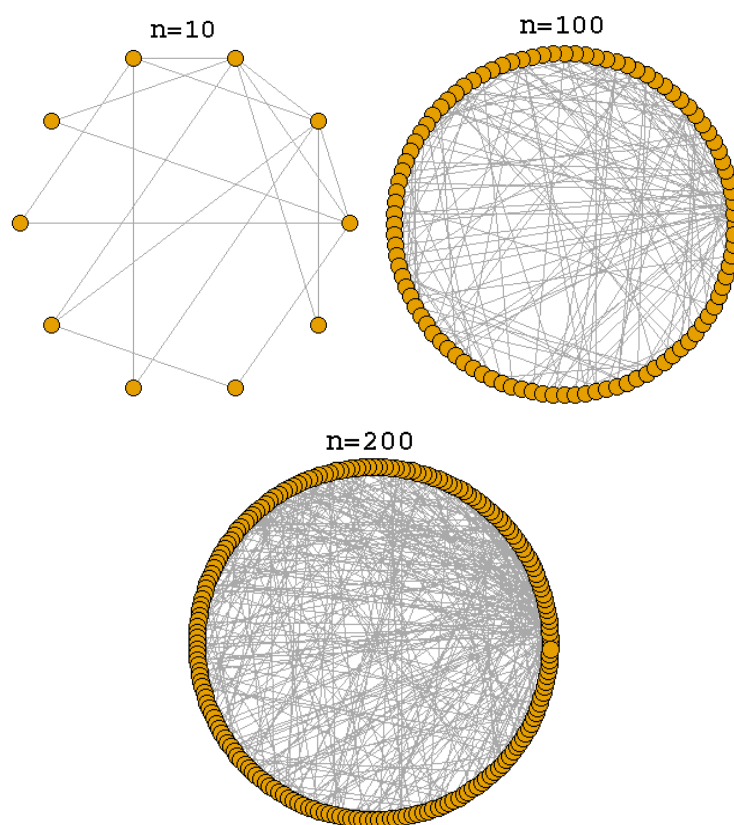
²¹ Ezekről részletes leírás található Soundarajan et al. (2014) munkájában.

²² Hüvelyujjszabály szerint $v > 100$, ahol v a csúcsok száma.

²³ A Poisson eloszlás a binomiális eloszlás kiterjesztése magas elemszámú minta és alacsony valószínűség esetére (Consul & Jain, 1973).

Magyar vonatkozása miatt érdemes megemlíteni, hogy az igen nagy méretű hálózatok (például az Internet) fokszámeloszlása a hatványtörvény szerint alakul, vagyis $p(x) \propto f(x)^{-\alpha}$, $\alpha > 1$. Ezeket a gráfokat skálafüggetlen hálózatoknak is szokás nevezni. Egy ilyen komplex skálafüggetlen hálózat fejlődési modelljének kidolgozása fűződik Barabási és Albert (1999) nevéhez. A modell egy irányítatlan véletlen hálózat létrejöttét szimulálja, amely minden iterációban eggyel növeli a csúcsok számát, illetve egy hiperparaméterként kalibrálható számú éllel további csúcsokhoz köti hozzá úgy, hogy a kapcsolódás esélye arányos a pillanatnyi csúcsok pillanatnyi fokszámával. A csúcsok számának növekedésével egy skálafüggetlen hálózat jön létre. A következő, 4. ábracsoport egy ilyen hálózat evolúcióját mutatja be:

4. ábra: Egy skálafüggetlen Barabási-Albert hálózat evolúciója



Forrás: generált véletlen hálózatok az *R igraph* modulja segítségével (R1. kód)

Miként a fenti, Barabási-Albert algoritmus alapján készült ábrákon is látszik, a csúcsok számának növekedésével sűrűsödési pontok alakulnak ki. Az ezekben a régiókban elhelyezkedő csúcsok jelentősége a hálózatban nagyobb, mint a ritka kapcsoltságban lévő csomópontoknak. A hálózattudomány külön jelentőséget tulajdonít annak, hogy a fokszámokból következtetni lehessen a csúcsok központi jellegére (amely értelmezhető a hálózatban betöltött szerep fontosságaként is). A **centralitási** mutatószámokból számos

(lásd például Borgatti és Everett (2006) összefoglalását) elérhető, a három alapmutató pedig a következő:

- *Fokszám centralitás*: a legegyszerűbb centralitási mutatószám egy csúcs relatív fontosságát mutatja meg egy hálózatban a saját fokszámot viszonyítva az összes él számához: $c_{v_i} = \frac{d(v_i)}{d(G)}$. A mutató mögött az a feltételezés húzódik meg, hogy a csúcsok fokszáma egyenesen arányos azzal az információtartalommal, amihez a vizsgált csomópont hozzáférhet. Bródka et al. (2011) a mutató súlyozott változatát is ismerteti, ami azonban csak úgy értelmezhető, ha a csúcsok azonos jelentőségű egységeket jelenítenek meg. A GVC-k vetületében ez nem teljesül, mivel a csúcsok nem azonos méretű országokat, ágazatokat jelenítenek meg.
- *Sajátvektor centralitás*: ez a mutató nem csak a csúcs saját fokszámát értékeli, hanem azt is, hogy azok a csúcsok, amelyekhez éllel csatlakozik, milyen jelentőségűek a hálózatban. Magas pontszámot tehát vagy úgy érhet el a csúcs, hogy sok éllel rendelkezik, vagy kevéssel, de azok jelentős csúcsokhoz kapcsolják hozzá (természetesen a sok és jelentős kapcsolat nyújtja a legnagyobb centralitást). A sajátvektor centralitás a szomszédsági mátrixból vezethető le: $c_{v_i} = x^{-1} \sum_{\{i,j\} \in E} c_{v_j}$, ahol c_{v_i} az i csúcs sajátvektor centralitása, c_{v_j} pedig az i csúcsához éllel kapcsolódó szomszéd csúcsok (j), x pedig az \mathbf{A} szomszédsági mátrix legnagyobb sajátértéke. Tulajdonképpen c_{v_i} a megoldása a $\mathbf{A}c_{v_i} = x^{-1}c_{v_i}$ sajátérték feladatnak (Bonacich, 1972). A mutatószám irányított gráfok esetén nem működik jól, mivel külön kezelendők a bemeneti és a kimeneti élek, és torzítja az eredményeket, ha a csúcsok be- és kimenetei éleinek eloszlása nem egyenletes.
- *Katz-centralitás*: a fenti problémát küszöböli ki ez a centralitási mutató, amely minden csúcshoz egységnyi centralitási pontszámot rendel: $c_{v_i} = x^{-1} \sum_{\{i,j\} \in E} c_{v_j} + \beta 1$. A mutató levezetése a továbbiakban a sajátvektor centralitás analógiájára épül (Katz, 1953).

A hálózatok kisebb alhálózatok mentén is értékelhetők, mivel létrejöhetnek belső csoportosulások, **klikkek**. Ez utóbbi egy olyan alcsoport, amelynek legalább 4 csúcs a tagja, amelyek mind kapcsolódnak egymáshoz. Általában ritka gráfok esetén jellemző a kialakulásuk. Az IO táblákban azonban eleve minden csúcs minden csúccsal kapcsolatban van, így belső csoportosulások nem jöhetnek létre. Hasonló okok miatt

szintén nem alkalmazhatók a **hálózat sűrűségi** mutatók, amelyek a meglévő élek számát viszonyítják a maximum lehetséges élek számához képest.

A IO tábláknak az a tulajdonsága, hogy teljesen összefüggők (azaz minden ágazat minden ágazattal folytat valamekkora kereskedelmet), jelentősen korlátozza a hálózatelméleti elemzések mozgásterét, így felmerül a hálózatok **ritkítés**ének a szükségessége. Ilyenkor egy algoritmus azokat az éleket keresi meg, amelyek eltávolítása nem változtatja meg jelentősen a hálózat tulajdonságait. A klasszikus ritkítási eljárás az élek valószínűség alapú törlése, ahol a törlési valószínűség fordítottan arányos a csúcsok fokszámával, amelyeket az él összeköt. Egy másik ritkítási eljárást kínálnak azok a metszések, amelyek eltávolítják azokat az éleket, amelyeknek van „rövidebb” alternatívája az euklideszi metrikus térben (Ahn et al., 2012). Ezek az algoritmusok azonban feltételezik, hogy a kapcsolatok helyettesíthetők, amelynek közgazdasági megalapozottsága azonban csak ritkán ellenőrizhető. Emiatt a GVC hálózatok vizsgálatakor a ritkítás egyáltalán nem javasolt, mivel olyan létező gazdasági kapcsolatok eltávolítását kezdeményezi, amelyek bizonyosan optimálisan működnek, és amelyek rövid távú helyettesíthetősége egyáltalán nem biztosított.

Közkedvelt hálózatelemzési eljárás a **particionálás**, mikor a gráfok alhálózatokká alakítják, hasonlóan a többváltozós statisztikában alkalmazott szegmentációs, klaszterkészítő módszerekhez. GVC-k esetében azonban a legtöbbször ez az eljárás is csak erős korlátok között alkalmazható, mivel a módszertanok sajátossága miatt jellemzően a legnagyobb súlyú csomópontok mentén történnek a szegmentációk. A világot így a két legnagyobb exportőr köré „építik” az algoritmusok, azt a feltételezést erősítve, hogy a két legjelentősebb ország vagy ágazat különválasztható, holott jellemzően éppen a két legnagyobb exporttal rendelkező ország között áll fenn az egyik legintenzívebb kereskedelmi kapcsolat. Ezt a problémakört járja körbe az 5. fejezet.

1.6 Kutatási kérdések és hipotézisek, a disszertáció hozzájárulása a tématerülethez

Az értekezés a globális értékláncok elméletéhez, és számbavételi gyakorlatához kíván hozzájárulni, nemzetközi példákon keresztül. A GVC-k szakirodalma folyamatosan fejlődik, egyre több esettanulmány, illetve nyilvánosan is elérhető adatbázis gazdagítja a tudományos kutatást, amelyek egyre komplexebb módszertanok alkalmazását teszik

lehetővé. Mindezek ellenére az elemzések során alkalmazott indikátorok többsége nem robusztus, ami torzíthatja a levont következtetéseket. Az értekezés áttekinti ezeket a mutatókat, és igyekszik olyan kiegészítéseket tenni, amelyek segíthetik a GVC-k jobb megértését.

A szakirodalomban az első világkereskedelemmel kapcsolatos gráfelméleti elemzések a 2000-es évek elején jelentek meg (Garlaschelli & Loffredo, 2005; Serrano & Boguñá, 2003), nem sokkal azután, hogy a Barabási-Albert László által vezetett kutatócsapatok publikálták a világhálóval kapcsolatos gráfelméleti eredményeiket, és rámutattak a skálafüggetlen hálózatok gyakorlati létezésére (Adamic et al., 2000; Albert et al., 1999). A kezdeti kutatások számára a világkereskedelmi adatok beszerzése is nehézkes feladat volt, a gráfelméleti matematikai modellezést csak kevés szoftver támogatta, így elsősorban fizikusok és matematikusok által készültek a kutatások, érdemi közgazdasági értelmezés nélkül. Közel egy évtized telt el addig, mikor a hozzáadott érték statisztikákat is fel lehetett használni a hálózatelméleti vizsgálatokhoz, azóta pedig számos mérföldkövet jelentő tanulmányt publikáltak GVC és gráfelmélet témában közgazdasági vonatkozásokkal (Amador & Cabral, 2017; Cerina et al., 2015; Criscuolo & Timmis, 2018; Ferrarini, 2013). Mindezek ellenére a gráfelméleti alkalmazások továbbra sem kapnak elég hangsúlyt, ami feltehetően részben abból is fakadhat, hogy a standard módszerek nem igazán alkalmasak a GVC-k hálózatelméleti kutatására, mivel az aggregált adatok hálózatként való vizualizációja önmagában már nem számít jelentős eredménynek.

Egy dinamikus hálózat nem csupán a különböző t időpontokban megfigyelt állapotok megjelenítésére képes, hanem a folyamatokat is modellezni tudja. Ehhez azonban ismerni szükséges azokat a szekvenciákat, ami felállítja a sorrendet az események között. Mindez az értékláncokban áramló hozzáadott értékekre is igaz, azonban az aggregáltság miatt jelenleg nem lehetséges olyan választ adni a kérdésre, amely a globális világkereskedelem szekvenciáit feltárná. Partikuláris esetekben (kisebb régiós lefedettség, legfeljebb egy árucsoport) azonban a sorrendiségre adható becslés, amelyre az értekezés is bemutat.

A szekvenciák feltárásának feltétele, hogy a hozzáadott érték folyamatok ki legyenek bontva az aggregált értéklánc statisztikákból. Mindezt jelentősen megnehezíti, hogy ellentétben a hagyományos folyamatokkal, az értékláncoknak nincs abszolút forráspontja, végpontokkal azonban rendelkeznek. A disszertációban bemutatásra kerül egy olyan

módszertan is, amely megfelelően képes lekövetni a hozzáadott érték útját két tetszőleges pont között.

Mindezek az újítások segíthetnek megérteni az értékláncban uralkodó kockázatok természetét. A közelmúltban történt események (természeti katasztrófák, járványok) rámutattak függőségi viszonyok miatti kockázatokra a rendszerben (Gereffi & Luo, 2014; Lee & Gereffi, 2015). Ezek gazdaságpolitikai értelmezése gyakran az értékláncok hosszának rövidítésében csapódott le, és különösen a 2019-2020-as koronavírus járvány idején vette elejét az a protekcionista kereskedelempolitikai nézet, amely a külföldre települt vállalatok visszatelepülését szorgalmazta (Baldwin & Tomiura, 2020; Dachs et al., 2019).

Az értékláncok hossza azonban kevés szerepet játszik a kockázatok kialakulásában, sokkal inkább a piacszerkezet meghatározó. Ennek kimutatása a piaci koncentrációk mérésén keresztül lehetséges.

A globális értékláncok vizsgálata egyre komplexebb és interdiszciplináris megközelítést igényel, amelyben megteremtődik az összhang a módszertan által becsült eredmények és a közgazdasági értelmezés között. Az értekezés elsősorban holisztikus megközelítést alkalmaz, és az értékláncok jelenségét regionális példákon keresztül vizsgálja, középpontba helyezve a magyar gazdaságot és vállalatokat. Magyarország az elmúlt évtizedekben sikeresen alakította ki magának azokat a beszállítói funkciókat, amelyeknek köszönhetően csatlakozni tudott elsősorban a nemzetközi elektronikai, valamint a gép- és járműipari értékláncokra. Ugyanakkor egyre több jel mutat arra, hogy Magyarország egyre inkább a középjövedelmű országok csapdája felé konvergál, és az elmúlt évek kereskedeleméből származó hasznait nem sikerült teljes mértékben kihasználni (Bod, 2015; Györffy, 2021). A gazdasági dilemmák feloldásához mindenképpen tisztán szükséges látni, hogy a magyar vállalatok hol helyezkednek el a nemzetközi értékláncokban, meddig képes eljutni a hazai hozzáadott érték, milyen magyar és külföldi ágazatokra támaszkodnak a termelővállalatok, illetve milyen komparatív versenyelőnyök vannak és mekkora a kockázat abban a rendszerben, ahol a hazai cégek is nagy számban csoportosulnak.

A disszertáció a következő **kutatási kérdésekre** keresi a választ, amiknek a megválaszolásához szükséges módszertant minden fejezet tartalmazza:

- Hogyan befolyásolja a hivatalos statisztikai adatgyűjtést az egyre globalizálódó világkereskedelem, az értékláncokba szerveződő termelés, valamint az ennek hatására kialakult új kereskedelmi formák?
- Hol helyezhető el Magyarország, a magyar ágazatok és vállalatok a globális értékláncokban, figyelembe véve kétoldalú kapcsolatokat? Hogyan lehet az ország számára fontos kapcsolatokat megjeleníteni a termelési hálózatban?
- Rövid távon meddig jut el a magyar hozzáadott érték a globális értékláncokban, melyek a legjelentősebb utak, és csomópontok a magyar hozzáadott érték export számára?
- Hogyan befolyásolják a beszállításokban meglévő szekvenciális különbségek a különböző GVC indikátorok értékét? Van-e jelentősége annak, hogy hasonló termelési profilú országok a termelés mely szakaszában csatlakoznak az értékláncokba?
- Mennyire érintettek a hazai vállalatok a globális értékláncokban folyó hozzáadott érték áramlásban?

Ezekkel a kutatási kérdésekkel kapcsolatban az alábbi kutatási **hipotézisek** fogalmazhatók meg:

- 1. Hipotézis:** Az értékláncba szerveződött vállalatok közötti tranzakciók jelenlegi statisztikai számbavétele jelentősen torzíthatja a makrogazdasági statisztikákat.
- 2. Hipotézis:** Magyarország a globális értékláncokban elsősorban a régió országaihoz kapcsolódik erősen, Európán kívüli államokhoz csak gyenge gazdasági kapcsolatok fűzik.
- 3. Hipotézis:** A magyar hozzáadott érték elsősorban Európában cirkulál, a kontinensen kívülre kevésbé jut el.
- 4. Hipotézis:** Magyarország az azonos termelési profilú V4-országokhoz képest később kapcsolódik be a termelésbe, ami a GVC mutatók értékét lefelé torzíttja.
- 5. Hipotézis:** Az értékláncokba közvetett módon kapcsolódó magyar vállalati kör által beszállított hozzáadott érték nagyobb lehet, mint amekkora a közvetlenül kapcsolódó vállalatok által exportált, és ezt elsősorban a kis- és középvállalati réteg állítja elő.

Az értekezés által bemutatott módszertanok segítségével sikerült megválaszolni a kutatási kérdéseket, és igazolni felvetett hipotéziseket.

2. A globális értékláncok a változó világgazdasági környezetben

2.1 A GVC-k kialakulása és jelentősége a világgazdaságban

A globális értékláncok napjaink egyik legtöbbet kutatott közgazdasági témái közé tartozik, amely egyszerre témája a makrogazdasági, nemzetközi gazdaságtani és vállalatgazdaságtani kutatásoknak. A GVC-k mára szinte az összes nemzetgazdaságot átszöttek, függetlenül az adott ország fejlettségétől, specializációjától, nyitottságától, a világkereskedelmet pedig gyakorlatilag a globális értékláncok dominálják. Mindezek ellenére tudásunk a GVC-kről igen kevés, mivel a rendelkezésre álló adatokból csak nagyon nehezen, és jelentős információvesztés mellett lehetséges bármilyen következtetést levonni. Másrészt nincs olyan elemzési keretrendszer a kezünkben, amely egyértelműen definiálná és kvantifikálhatóvá tenné az értékláncokat. Mindezek hiányában a legtöbbet továbbra is az egyedi láncokról szóló esettanulmányok nyújtják [lásd például Stevens (2001) a mezőgazdaságról vagy Campling (2016) munkáját az EU-USA kereskedelmi relációban fennálló vámok hatásáról a tonhalpiacon vagy Jiménez-Zarco et al. (2019) kutatását az értékláncok szerepéről a divatcikkek világpiacán).

Az adathiány oka legfőképp a globalizáció túl gyors változása, amellyel a nemzetközi szervezetek és a nemzeti statisztikai hivatalok nem tudtak lépést tartani (lásd 3. fejezet), mivel megszűnt azoknak az ipari kombinátoknak a hegemoniája, amely a XX. század elejétől alakultak ki a tömegtermelés megjelenésével. A kombinátoknak közös vonása volt, hogy a termelés közel teljes vertikuma egy helyen, de legalábbis földrajzilag igen koncentráltan működött. Nehéz- és könnyűipari körzetek alakultak ki (például Detroit), szolgáltatóközpontok jöttek létre, főleg pénzügyi területen (például London, Frankfurt), de később más üzleti támogatást nyújtó szolgáltatók is megjelentek (tanácsadók, telekommunikációs szolgáltatók stb.). A nagyvállalatok a teljes termelési folyamatra ráláttak, mivel a munkafolyamatok nagy részét magukba integrálták, ez alól kivétel csak a nyersanyagok kitermelése volt. Majdnem a teljes termelési vertikumról egy vállalat kezében voltak azok a statisztikai adatok, amelyeket a hivatalok begyűjtöttek. A nemzetközi árukereskedelem főleg a késztermékek fogyasztókhoz való eljuttatását jelentette, vagyis napjainkhoz képest jóval kevésbé volt szofisztikált a forgalom. A félkész termékek nagy volumenű kereskedelme nem volt jellemző, mivel a beszállítók földrajzi értelemben közel voltak egymáshoz, még akkor is, ha egyébként egy-egy

beszállító nem volt a kombinát tulajdonában – ezek a szatellit vállalatok így nagymértékben függtek a megrendelőtől, amely a legtöbb esetben az egyetlen ügyfelük volt.

A termelés az elmúlt évtizedekben viszonylag gyorsan szegmentálódott, köszönhetően a befektetés- és kereskedelempolitikai változásoknak, azon belül is az FDI-barát gazdaságpolitika előretörésének, valamint a kommunikációs és szállítási technológiák igen gyors fejlődésének. A globalizációnak nevezett folyamat hajnalán megkezdődött a koncentrált kombinátok fellazulása és leányvállalatok létrehozása földrajzilag távol eső helyeken, gyakran más országokban, így elindult a nemzetközivé válás folyamata. Tulajdoni viszony szerint a leányvállalatok továbbra is az anyavállalat tulajdonában álltak, ám hatékonyabban működtek, mintha a termelést az anyavállalat maga végezné. A leányvállalatok a lokális versenylőnyt használták ki, ami legtöbbször az alacsonyabb munkaerőköltség vagy a nyersanyagokhoz, illetve a piacokhoz való jobb hozzáférés volt. Lehetővé vált a termelési fázisok különválasztása, és azok kihelyezése különböző földrajzilag távolabb lévő helyekre.

Az infokommunikációs technológia rohamos fejlődése, különösen az a digitalizációs trend, amelyet napjainkban csak Ipar 4.0-ként ismerünk, lehetővé tette, hogy a termelést távolról is irányítani lehessen, nem csupán menedzsment kérdésekben, hanem a fizikai megvalósítás területén is (Czakó et al., 2010; Hayter & Watts, 1983; Kovács O., 2017).

A vállalatirányítási kultúra átalakulásával a beszállítók feletti tulajdoni viszony veszített jelentőségéből. Mindezt elősegítette egyrészt a globális kereslet robbanásszerű fellendülése, amely újabb és újabb termelőkapacitások kialakítását igényelte, illetve a sztenderd termelési folyamatok elterjedése. Ez utóbbi szigorú specifikációt és minőségellenőrzést írt elő a beszállítók számára, amelyet nem lehet megváltoztatni, ugyanakkor lehetővé teszi, hogy a termelést a világ bármely pontján el tudják végezni. A beszállítók ellenőrzését a tulajdonjog helyett egyre inkább a szerződéses megállapodások kerültek előtérbe, amit támogattak az 1990-es években tömegesen megjelenő különböző szabadkereskedelmi és befektetésvédelmi megállapodások. Mindez kiegészült a digitalizáció rohamos fejlődésével, ami pedig új ágazatokat hívott életre, amelyek már eleve globálisak voltak²⁴, mint például az Amazon, a Google vagy a Facebook. Ezzel a

²⁴ Innen a born-global elnevezés is [lásd például Knight és Cavusgil (2004)].

multinacionális vállalatok topológiája is jelentősen megváltozott, miután egy olyan funkcióra specializálódott vállalatcsoport került központi szerepbe, amelynek egyáltalán nincs rálátása a gyártási folyamat nagy részére. Komparatív előnye van azonban a fogyasztók ismeretében, mivel jelentős tudás halmozódott fel a különféle adatbányászati műveletek után.

A GVC-k fejlődésében a technológiai tényezők, azon belül is a elsősorban digitalizáció, központi szerepet játszanak, mivel csökkentik a termelési és tranzakciós költségeket (Lund *et al.*, 2019), és egy teljesen új kereskedelem típust teremtettek, azok mellé, amelyek a hagyományos bilaterális késztermék kereskedelem mellett fejlődtek ki néhány évtizede²⁵. Az úgynevezett adatvezérelt értékláncok (data value chain) nem csupán egy új kereskedelmi formát (amelynek tárgyai az adatok), hanem egy új iparágat is teremtettek, amely a termékek használatát követik nyomon, és különféle személyre szabott szolgáltatással járulnak hozzá a termék értékéhez azután is, hogy azt a fogyasztó már megvásárolta (Kaiser *et al.*, 2019).

Változatlan áron számolva²⁶ a világ áruexportjának értéke 1990 és 2018 között háromszorosára emelkedett. Néhány kivételtől eltekintve (ezek jellemzően embargó alatt álló államok) napjainkban már minden ország részese a világkereskedelemnek. A multinacionális, vagy transznacionális vállalatok globális térnyerése, a termelési és készletezési eljárások megváltozása, a kiszervezések (outsourcing), a szabadkereskedelmi egyezmények, az értékláncokba való szerveződés, a tőke szabadabb mozgása, az alacsony kamatkörnyezet valamint a likviditásbőség a pénzpiacokon mind jelentősen hozzájárult a kereskedelem volumenének drasztikus emelkedéséhez. Az Egyesült Államok, valamint Kína fogyasztásbővülésre épülő növekedési politikája pedig megfelelő keresletet biztosított mindehhez, egészen a 2009-es világgazdasági válság beütéséig. A recesszió szétterjedése a világban rendkívül gyors volt; egyrészt a globalizálódott pénzpiac révén, másrészt azokon a reálgazdasági csatornákon keresztül, amelyeket éppen az értékláncok hoztak létre korábban (Milberg & Winkler, 2010).

²⁵ Ezekről lásd bővebben az 3. fejezetet.

²⁶ Az árakat 2018-as szintre jelenértékesítettük az USA fogyasztói árindexét alkalmazva deflátorként (forrás: OECD).

A 2008-2009-es pénzügyi válság következtében megtorpantak a korábban még hiperglobalizációnak²⁷ is nevezett rendkívül gyors folyamatok, és lassulás következett be amelyet találóan „slowbalization”-nek nevezett el Timmer et al. (2016), de egyesek (például Antràs (2020)) már „deglobalizációról” jelenségéről tesznek jelentést. Annyi bizonyos, hogy a 2010 utáni időszakot követően napjainkig megfigyelhető a globális kereskedelem fragmentálódása, és a protekcionista kereskedelempolitika térnyerésével egyre inkább regionális blokkok kezdtek kialakulni, felváltva a globális termelési struktúrát (Baldwin & Lopez-Gonzalez, 2015), aminek következtében az értékláncok bizonyítottan lerövidültek (Miroudot & Nordström, 2019), egyes vállalatok pedig elkezdtek visszatelepíteni termelésüket saját országukba, de legalábbis közelebb a fogyasztókhoz (Ancarani et al., 2019; Backer et al., 2018). A „backshoring”-ként ismert jelenség igazolására még várni kell, mivel a legfrissebb GVC adatok is legfeljebb 2016-ig tartanak, és a visszatelepülés folyamata inkább csak 2018 után indult el, amelyet a 2020-ban kirobbant világjárvány felerősített. Ez utóbbi a GVC átrendeződésekkel foglalkozó kutatások lavináját indította el (Gereffi, 2020; Lund et al., 2019; Strange, 2020). Mindazonáltal nem szabad elfelejteni, hogy a járvány legfeljebb átrendeződést okozhat és nem visszarendeződést a hiperglobalizáció előtti világkereskedelmi rendbe. A globalizáció megváltoztatta a világ gazdaság környezetét, Kína szerepe jelentősen felértékelődött, és mára a világ legnagyobb kibocsátójává és második legnagyobb fogyasztójává vált (Fernandes, 2020), egy ilyen konstellációban más értelmet nyer a „közelebb a fogyasztóhoz” irányelv.

2.2 A hozzáadott érték jelentősége az értékláncokban

A fenti példák csupán töredékei azoknak az elmúlt két évtizedben történt szerkezetváltozásoknak a nemzetközi gazdaságban és kereskedelemben, valamint a vállalatgazdaságban. Ezen kívül a GVC-k elmélete nem letisztult, továbbá az újabb kutatások rámutatnak a GVC-be való integráció hátrányaira (McGrath, 2013; Stringer & Michailova, 2018), és az uralkodó elméletek hiányosságaira. Mindez azonban nem feltételezi, hogy az értékláncok jelentősége a világ gazdaságban csökkent volna, éppen ellenkezőleg, sokkal nagyobb, mint korábban.

²⁷ A kifejezés Dani Rodrik amerikai-török közgazdásztól származik, aki az 1990-es évek utáni időszakot jellemezte így, amikor a korábban helyspecifikusnak hitt termelési tényezők és üzleti környezetet befolyásoló faktorok globalizálódtak (Rodrik, 2012).

Éppen ezért is szükséges a GVC-jelenség pontos körülhatárolása. A szakirodalomban több, egymással egyébként átfedésben lévő definíció is fellelhető. A jelenség első, talán legjelentősebb felismerője *Michael Porter* volt, aki 1998-as tanulmányában úgy definiálta az (akkoriban még nem globális) értékláncot, mint a vállalat funkciók szerinti dekompozíciója. Porter (1998) úgy vélte, hogy a vállalatok tendenciaszerűen arra a funkcióra (ez lehet K+F, marketing, gyártás stb.) szakosodnak, amelyekben komparatív előnyük van. Így a különböző vállalatok (illetve az általuk képviselt funkciók) céljai és stratégiái nem ütköznek egymással²⁸.

Az értékláncok elemzésének felfutása csak az ezredforduló előtt néhány évvel kezdődött és (Gereffi, 1994) nevéhez köthető, bár ő még globális áruháncokról írt. Talán emiatt is, a ma talán legtöbb alkalmazott értéklánc definíció *Kaplinsky*-hez kapcsolható: „Az értéklánc magában foglal minden gyártási tevékenységet, az elgondolástól kezdve a félkész szakaszon át, a késztermék fogyasztóhoz való eljuttatásáig.” (Kaplinsky, 2000). Kezdetben a földrajzi közelséget meghatározónak vélték a láncok fejlődésében és a kapcsolati háló kialakulásában *Leslie és Reimer* (1999), később azonban *Los et al.* (2015) bizonyította, hogy a globális értékláncok mentén a külföldön megtermelt hozzáadott érték részesedése folyamatosan emelkedik.

Kaplinsky (2000) definíciója azonban nem nevezhető egészen pontosnak és erre *Sturgeon* (2001) mutatott rá egy kifejezetten az értéklánc definiálásával foglalkozó cikkében. *Kaplinsky* (2000) értelmezése túl tág, nem tudjuk benne elkülöníteni a termelési hálózatot az értékláncoktól. Míg az előbbi elsősorban a vállalatközi kapcsolatrendszer jellemzi, amely lehet üzleti együttműködés vagy klaszter is, az utóbbi a termelési funkciók megosztását takarja, amelynek jól megfogható materializálódása az egymásnak beszállított hozzáadott érték.

²⁸ Korábban az egy vállalatban működő részlegek, mint funkciók, együttműködése rendkívül konfliktusos volt.

7. táblázat: Az értéklánc és a termelési hálózat definiálása

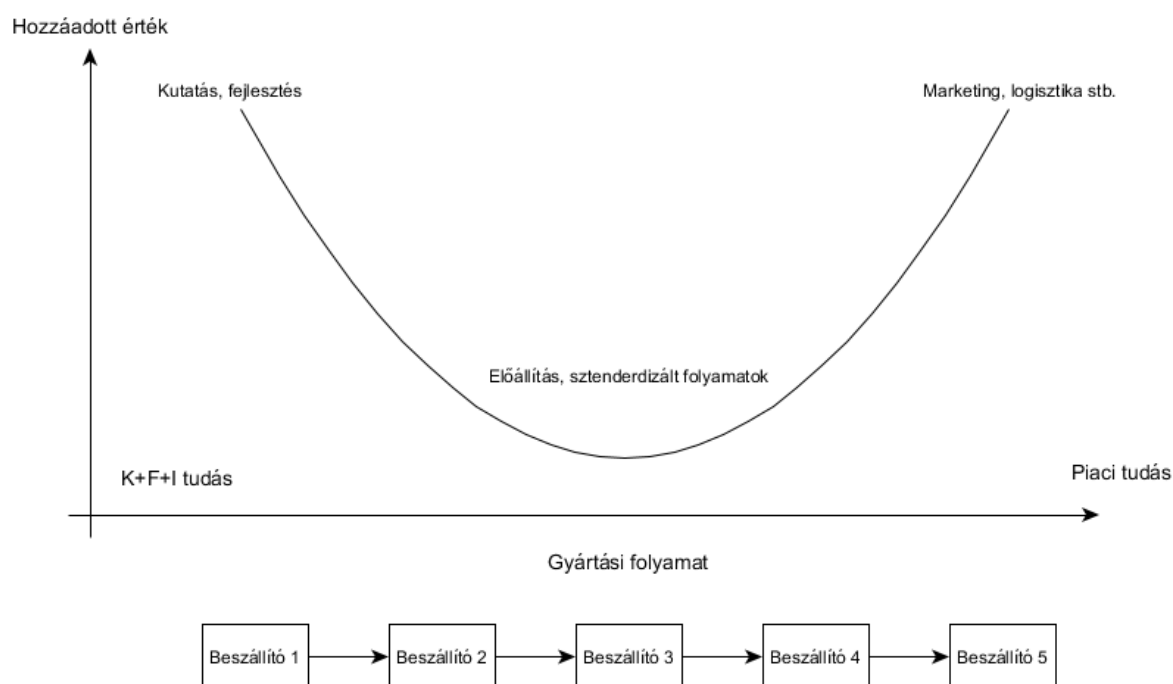
Elnevezés	Definíció	Mérési lehetőségek	Egyéb elnevezések
Értéklánc	Termelési folyamatok sorozata, amely végén késztermék áll elő.	Tevékenységek csoportja, amelyben a termelők részt vesznek	Ellátási lánc, áruhánc, termelési lánc, tevékenységi lánc
Termelési hálózat	Vállalatközi kapcsolatok halmaza, amely a vállalatok egy csoportját egy nagyobb gazdasági egységbe köti.	Vállalatközi kapcsolatok kiterjedtsége és annak jellemzői	Értékálózat, ellátási bázis („supply base”)

Forrás: Sturgeon (2001) alapján saját szerkesztés

A hozzáadott érték fogalmának beemelése az értéklánc kutatásokban jelentős mérföldkő volt, mivel mind mikro-, mind makroszinten jól mérhető értékről van szó, ami alapján a termelési szekvenciák között relációt állapíthatunk meg az előállított hozzáadott érték nagysága szerint.

A GVC-ben résztvevő vállalatok, vállalatcsoportok és országok jelentősége az értékláncban tehát értékelhető és rangsorolható, ami megteremti a kapcsolatot a vállalati és nemzeti versenyképesség, valamint a GVC-k között. A különböző szakaszok hozzáadott érték tartalmát ekkoriban adatok hiányában még nem tudták vizsgálni. Valamelyest később jelent meg, Mudambi (2008) esettanulmányokra épülő kutatása, amely a vertikális integrációt vizsgálta, és kimutatta, hogy a teljes termelési láncban a legalacsonyabb hozzáadott értéket a gyártás adja, miközben a fizikai megvalósítást megelőző tervezési folyamat, valamint a gyártást követő tevékenységek (marketing, disztribúció stb.) jóval nagyobb értéket állítanak elő. A Mudambi (2008) által megrajzolt folyamatára „mosolygörbe” néven vált ismerté.

5. ábra: A globális értékláncok „mosolygörbéje”



Forrás: Mudambi (2008) alapján saját szerkesztés

A görbén megjelenő termelési szakaszok, valamint az azokra specializálódott vállalatok, illetve sok esetben országok, annak ellenére, hogy egyazon késztermék előállításán dolgoznak és így közös a gazdasági érdekük, mégis teljesen eltérő piaci körülmények között működnek. A görbe két végpontján a piaci verseny jóval kevésbé intenzív, mivel az ezekben a tevékenységekben megjelenő tudás megszerzése nem könnyű (birtokosai már-már monopolhelyzetben vannak), ellentétben a gyártási tevékenységgel, ahol a verseny jóval élesebb. Ez hosszú távon növelheti az egyenlőtlenséget²⁹ mivel a gyártási szakaszban az erős verseny korlátozza a hozzáadott érték emelkedését, miközben a „széleken” a profit növelésének sokkal jobbák a lehetőségei (Stöllinger, 2019; Vakhal, 2020).

Mundambinál korábban Heintz (2006) bebizonyította, hogy az értéklánc előnyei nem egyenlően oszlanak meg a szereplők között. A fogyasztói árat a márkatulajdonos határozza meg az előállítás költségei és fogyasztói kereslet alapján, vagyis *ceteris paribus* a beszállító termelékenységének változása mozgatja a piaci árat. A márkatulajdonosnak hosszú távon azonban nem áll érdekében megosztani az olcsóbb előállítási költségéből származó hasznot a beszállítókkal különösen, ha a beszállítói piacon erős a verseny. Ez oda vezet, hogy az olcsóbb termelésből származó hasznon csak a márkatulajdonos és a

²⁹ A jelenség Prebisch–Singer-hipotézisként ismert (Harvey et al., 2010).

fogyasztó osztozik. Ennek ellenére természetesen a beszállító ösztönözve van arra, hogy növelje termelékenységét, de ez csak középtávon előnyös számára, mivel az erős verseny a többi szereplőt is az innováció irányába tolja hosszabb távon. Heintz (2006) szerint ilyen körülmény között az értékláncokhoz erősen kötődő exporttermelés hosszú távon a gazdaságot bevezeti a közepes jövedelmű országok csapdájába („*middle income trap*”). Hasonló gondolatmenetet vesz át Engel és Taglioni (2017) a vállalati magatartást elemezve, és arra a következtetésre jut, hogy hosszú távon azonban a termelékenység számottevő növekedése nélkül a vállalat „beragadhat” önmaga csapdájában, ami egy erős versenykörnyezetben a hanyatlását idézheti elő.

Heintz (2006) elmélete elsősorban a fejlődő és a közepesen fejlett országokra érvényes, nagy hiányossága azonban, hogy nem vette figyelembe, hogy ha a beszállító országában is értékesítik az előállított fogyasztási cikket (vagyis idővel visszakerülnek a termékek), akkor létezik jóléti hatása a termelési funkciók megosztásának a beszállító országában, amely haszon nagysága arányos a piac méretével. Mindazonáltal a fenti megállapítások ráirányítják a figyelmet a kisebb, alacsony bérszínvonalú országok kiszolgáltatottságára, valamint a túlzott exportkoncentráció veszélyeire.

Az értékláncban résztvevő vállalatok számára tehát saját termelékenységük javítása középtávú érdekük, hosszú távon egyértelműen az új termelési funkciók ellátása a céljuk, amit a szakirodalom feljebb lépésnek („*upgrade*”) nevez. A feljebb lépésnek jelentős jóléti hatása lehet, mivel magasabb hozzáadott érték előállításával jár, így az ország is érdekelt abban, hogy a rezidens vállalatok új funkciókat is ellássanak, és kimozduljanak a „mosolygörbe” minimum pontjából. Knorringer és Pegler (2006) szerint az értéklánc is haszonélvezője annak, ha a tagok szintet lépnek, mivel így jobb minőség érhető el az előállított termékek palettáján, bár a szerzőpáros is megjegyzi, hogy ehhez a lánc tetején álló nagy vállalatnak felelősebbnek kell lennie, beszerzéseit „etikus” módon kell folytatnia. Ezzel szemben Gereffi és Luo (2014) arra hívják fel a figyelmet, hogy az értékláncok alján található vállalatoknál meglévő munkahelyek alacsony bérek mellett működnek, bizonytalanok és sokszor meglehetősen veszélyesek is.

A versenyben való megmaradás csupán két úton lehetséges egy vállalat számára. Vagy a jelenlegi szint éles versenyében alakít ki magának stabil pozíciót, vagy szintet lép, ahol új belépőként rendelkezik a friss innováció nyújtotta versenyképesség előnnyel. Az értékláncban való feljebb lépést értelmezhetjük a termelési tényezők (tőke és munka) olyan hatékony kombinációjának, amely új termelési funkció ellátására ad lehetőséget

úgy, hogy az új piacon a vállalat képes maximalizálni profitját (vagyis az ár nagyobb, vagy egyenlő a határköltséggel). Az új termelési funkció kialakulása lényeges kitétel, enélkül ugyanis „csupán” termelékenységbővülésről beszélhetünk, ami nagyobb piaci részesedést eredményez a jelenlegi piacon, de nem jelent hozzáférést más piacokhoz. Szalavetz (2012, 2013) alapján a feljebb lépés lehet funkcionális (szellemi foglalkoztatottak számának növelése, ami növeli az immateriális javak értékét is), vagy magasabb technológia szintet megkövetelő termékek gyártásán keresztül is végbe mehet (aminek tőkeigénye magasabb).

A mosolygörbe létét azóta több kutató is empirikusan igazolta nemzetközi adatokon, például Baldwin (2012), Shin et al. (2012) vagy újabban Meng et al. (2017). A görbe minimum pontja környékén elsősorban fejlődő, feldolgozóipari termelésre szakosodott országok vállalatai találhatók (például Kína, Vietnám vagy Malajzia), míg a két szélén fejlett országokban rezidens, többek között japán, amerikai, német vállalatcsoportok helyezkednek el. Meg kell jegyeznünk azonban, hogy a hozzáadott érték mérése a különböző szakaszokban még esettanulmányok útján is igen nehézkes, a felhasznált termék és szolgáltatás inputokat szinte lehetetlen szétválasztani a konkrét termeléstől és az üzemvezetéstől (ez utóbbiak ugyanis nem részei az értékláncnak). A kutatók ezért az egy órára jutó bért szokták ábrázolni a különböző termelési szakaszokban. Ez a megközelítés egyébként már csak azért is plauzibilis, mivel a termelés korai szakaszaiban (kutatás-fejlesztés, tervezés stb.) jellemzően nem jelentős az anyagi input, míg a gyártás szegmensében inkább a munkaerő input növelése révén lehet elérni kibocsátásbővülést (Vakhal, 2018b).

Az információáramlás felgyorsulásával a szolgáltatások is egyre inkább részei lettek az értékláncoknak, fontos szerepet betöltve, így a korai Balassa-féle felfogással szemben bizonyos szolgáltatási ágazatok (üzleti szolgáltatások, kereskedelem stb.) is a *tradable* szektor részei lettek. Miroudot és Cadestin (2017) alapján ismert, hogy az értékláncokban a hozzáadott érték átlagosan 40%-át a szolgáltatások adják, ez azonban nem kizárólag a szolgáltató ágazatok privilégiuma, mivel az exportált szolgáltatások egy részét a feldolgozóipari vállalatok nyújtják, amelyek a szolgáltatást a termékhez kötik. Ezen kívül a legjelentősebb hányad a szolgáltatásokban a külföldi befektetésekhez kötöttek, amelyek lehetővé teszik egyrészt a beruházás finanszírozását (pénzügyi szolgáltatók), operatív üzemeltetését (informatikai, telekommunikációs egyéb ügyvitelt támogató

szolgáltatások), másrészt a termékek áramlását segítik a szállítási és raktározási szolgáltatásokon keresztül (Heuser & Mattoo, 2017).

Mindemellett jelentősen megnőtt azon vállalatok aránya, amelyek csak közvetetten csatlakoznak az értékláncokhoz úgy, hogy egy exportőr beszállítójává válnak (lásd 8. fejezet). Az ilyen implicit kapcsolódások jobban szétterítik az értékláncból származó kockázatokat, ráadásul el is rejtik azokat, mivel se a külkereskedelmi, se a termelési statisztikából nem látszik, hogy milyen hazai beszállító hálózata van egy exportőr nagyvállalatnak. A különböző sokkok a multiplikátor hatásokon keresztül széles körben fejtik hatásukat a gazdaságban olyan vállalatokat is érintve, akik harmadik, vagy annál mélyebb beszállítói körbe tartoznak. Baldwin és Weder di Mauro (2020) számításai szerint Bems et al. (2010) modellje alapján Európában és az Egyesült Államokban a gazdasági visszaesések 20-30%-a köthető más országok gazdasági teljesítményéhez, amelyhez a kapcsolatot az értékláncok teremtik meg.

Mindez jelentősen felpuhította a GVC definícióját (Koopman et al., 2010): A globális értékláncok „...különböző helyszíneken lévő hozzáadott érték források rendszere egy globálisan integrált termelési hálózatban”. A legújabb definícióban tehát nem esik szó terméktípusokról, disztribúciós csatornákról, vállalatokról, illetve arról, hogy a vállalatok egyáltalán láncba szerveződnenek, hanem ehelyett a *hálózatosodás* áll a középpontban. Ez jelentősen átformálja a GVC-kről (egyres munkákban már megjelent a globális értékhálózatok – GVN elnevezés is) alkotott képet több pontban is:

- Megváltozott az anyavállalat szerepe – korábban az a vállalat, amely a legnagyobb hozzáadott érték birtokosa volt, nyomon követte a termelés minden szakaszát. A hálózatokban a központi szereplő továbbra is a legnagyobb hozzáadott érték birtokosa, azonban a beszállítók felett már nem rendelkeznek olyan ellenőrzési joggal, mint korábban.
- A hálózatba való belépés egyszerűbb, már egészen kis hozzáadott értékkel is meg lehet jelenni, ezáltal lehetőség nyílik relatíve kis beruházással is (nemzetközi) piacra lépni.
- Az értékláncok esetén a legfontosabb fejlődési kérdés az, hogy miként lehet feljebb lépni, azaz magasabb hozzáadott értéket előállítani egy láncban (upgrade). Az értékhálózatokban ez a törekvés valamelyest árnyaltabb, mivel míg a láncban a feljebb lépés a betöltött funkció megváltozásával is jár (a korábban csak gyártó funkció kiegészül például K+F funkcióval is), addig a hálózatban ez nincs

feltétlenül így, mivel a funkción belül maradvá is lehet növelni a hozzáadott értéket (például új beszállítói megállapodás révén a termelés bővülésén keresztül).

A második pont ad magyarázatot arra, hogy a fejlődő országok miért tudtak a XX. század végétől számottevő exportbővülésre szert tenni. A termelési hálózatokba való szerveződés és nemzetközi munkamegosztás ugyanis lehetőséget biztosított a tőkeszegényebb vállalatoknak (és országoknak) is, hogy egy-egy kisebb folyamatra specializálódva bekapcsolódjanak a termelésbe. Erre korábban nem volt lehetőség (a földrajzi koncentrátság miatt), a kombinátok létrehozása pedig rendkívül idő-, tudás- és tőkeigényes beruházás volt. Az egy-egy termelési szekvenciára való szakosodás azonban jóval kisebb szállási költséget reprezentál, az anyavállalat pedig a tudástranszfereken keresztül szintén hozzájárul a bekapcsolódáshoz³⁰. Ez mindenféleképpen a beszállító vállalat székhely szerinti országában hozzájárul a gazdaság és a jólét növekedéséhez.

A harmadik pont folyománya, hogy a hangsúly eltolódik a hozzáadott értékről a munkahelyekre, amit az értékláncokat régóta kutató Baldwin (2014) úgy nyomatékosít, hogy az értékhálózatokban egyedül a munkahelyek, pontosabban a *jó munkahelyek* számítanak. Baldwin (2014) szerint a termelési folyamat már nem lépcsőzetes (lineáris), hanem néhány központ köré egyfajta szatellitként szerveződő beszállítók hálózatszerű láncolata. Egy ilyen láncban a szakosodás nem változik, de a korábbi szatellit beszállító képes „kinőni” magát. Kiváló példa erre a tajvani Foxconn vállalat története, amelyet 1974-ben alapítottak elektronikai alkatrészek gyártására (tehát félkész termékek beszállítására), és amely mára világ szinte minden nagy elektronikai vállalatának beszállítója. Bár a Foxconn speciális körülmények között fejlődött gyakorlatilag monopóliummá, példája jól mutatja, hogy egy kisebb beszállító is képes hálózati központtá válni anélkül, hogy kezdeti funkciója a GVC-ben (alacsony hozzáadott értékű félkész termék gyártása) megváltozna (Ngai & Chan, 2012). Mindehhez hozzájárult az is, hogy a kezdeti anyavállalat-beszállítók struktúra felpuhult, és napjainkban már több típusú irányítási rendszert különböztetünk meg (Gereffi et al., 2005). A feljebb lépés tehát nem csupán a funkciók megváltoztatásával lehetséges, hanem a szervezeti struktúra átalakításával is. Ebben ugyan a beszállítók lehetőségei korlátozottak, de gyorsan reagálva az iparági változásokra, lehetőség van a pozíció változtatására.

³⁰ Ez az eljárásokat, esetleg gépeket, eszközöket jelenti, igaz ezeket a beszállítók gyakran lízingelik, ami tetemes költségeket róhat rájuk.

Az ezredforduló óta megváltozott a termelés szerkezete is a felhasználás célja szerint vizsgálva. Wang et al. (2017) egy új megközelítés szerint bontotta fel a világon megtermelt áruk és szolgáltatások struktúráját, és ezzel egy új klasszifikációs rendszert is javasolt:

1. Tisztán belföldi felhasználásra termelt áruk.
2. Hagyományos külkereskedelemre termelt áruk: *késztermékek*, amelyek egy másik országban kerülnek felhasználásra.
3. Egyszerű GVC-be való beszállítás: ebben az esetben a megtermelt *félkész* termék elhagyja az országot és más formában már nem tér vissza, és a rendeltetési helyén késztermékké alakítják át, és el is fogyasztják. Ezek a tevékenységek jellemzően határmenti együttműködések eredményei.
4. Komplex GVC-be való beszállítás: ebben az esetben a megtermelt *félkész* termék több határt is átlép mielőtt még késztermékké alakulna, és vissza is térhet *félkész* vagy *késztermékként* egy korábbi feldolgozó országba.

Formálisan:

(6)

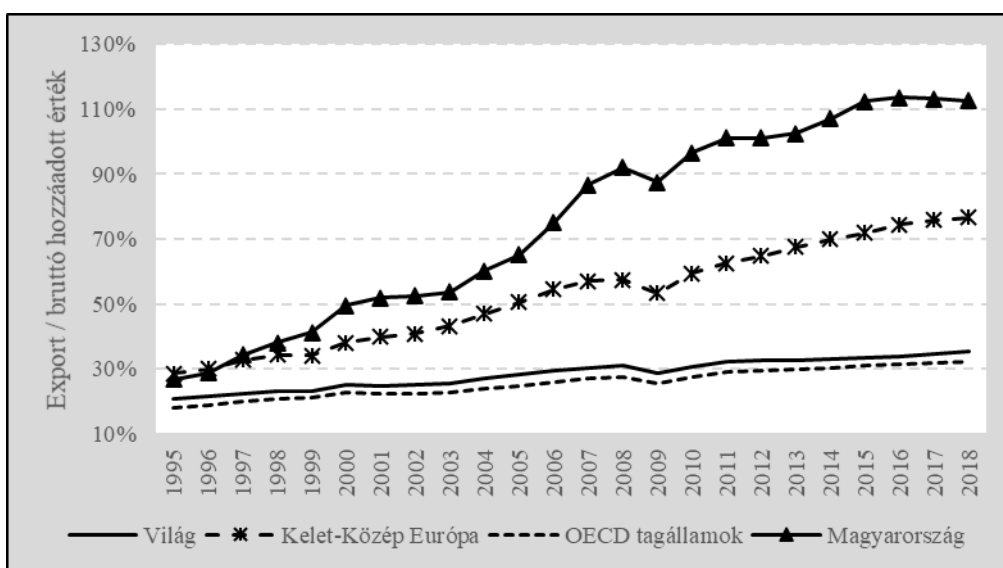
$$\text{GDP} = \text{Tisztán belföldi termékek} + \text{Hagyományos külkereskedelem} + \text{Egyszerű GVC} + \text{Komplex GVC}$$

Wang et al. (2017) számításai szerint a globális GDP-ben csökkent a tisztán belföldi felhasználásra termelt áruk részaránya (kb. 85%-ról nagyjából 80%-ra), miközben néhány százalékponttal emelkedett a GVC-kbe való beszállítás. Egy termékegységre vagy munkaórára számolva a legnagyobb hozzáadott érték jellemzően a komplex hálózatokba való beszállítás után keletkezik, míg a legkevesebb a tisztán hazai felhasználásban képződik (a világon, átlagosan). A 2008-2009-es válság után azonban a hozzáadott értékek bővülése minden kategóriában jelentősen lelassult, amelynek elsősorban a belföldi kereslet, valamint a globális termelés jelentős lassulása az oka Degain et al. (2017), a korábban megnevezett jelenségeken kívül (importhelyettesítés stb.).

A hozzáadott érték bővülésének lassulása, valamint a globális növekedésből származó hasznok nem egyenletes eloszlása újra ráirányította a figyelmet az értékláncok paradox működésére. A kevésbé fejlett országokban az export értéke folyamatosan emelkedik, a hazai hozzáadott érték növekedési üteme azonban jelentősen elmarad ettől. Közép- és Kelet Európában például az export bruttó hozzáadott érték szerinti aránya 11 év alatt mintegy 45 százalékponttal emelkedett, miközben a fejlett országokat tömörítő OECD

országokban a változás mindössze 13 százalékpont. A válság óta ráadásul ez utóbbi trendje viszonylagos stabilitást mutat, miközben térségünkben az emelkedés tovább folytatódott. A hangsúlyeltolódásokat jól érzékelteti, hogy a közép- és kelet európai régió exportja a világexport mintegy 4%-át tette ki 2016-ban, miközben az előállított hozzáadott érték csupán 2%-a volt a világ termelésének.

6. ábra: A bruttó export aránya a bruttó hozzáadott értékben a világon, az OECD tagállamokban, Közép- és Kelet Európában, valamint Magyarországon 1995 és 2018 között (%)



Forrás: Világbank adatok alapján saját számítás

A fenti, 6. ábrán látható folyamatok magyarázata rendkívül összetett; egyrészt a hozzáadott érték növekedésnél jóval gyorsabb exportbővülés (azaz az export/hozzáadott érték arány emelkedése) a termelési hálózatban betöltött szerep súlyának jelentős csökkenésére utal, miközben az exportnak való kitettség folyamatosan növekszik.

A súlypontok azon országok és vállalatok felé tolódnak el, amelyek a termelést irányítják. Aguiar de Medeiros és Trebat (2017) számításai szerint a fejlett országok exportjában a külföldről származó hozzáadott érték nagyjából fele a feltörekvő országokhoz képest, Timmer et al. (2014) pedig kimutatta, hogy a GVC-kben képződött hozzáadott érték fele mindössze 21 magas jövedelmű országban képződik³¹, vagyis az értékláncból származó hasznok eloszlása nagy valószínűséggel valóban nem egyenletes.

Az exportdinamika gazdasági növekedést jelentősen meghaladó bővülése azonban nagy veszélyeket rejt magában, mivel az ország által előállított termékek iránti külföldi kereslet

³¹ Ebbe a kategóriába Magyarország is beletartozik a Világbank klasszifikáció szerint

(valójában keresett mennyiség) könnyen abba az illúzióba ringathatja mind a vállalatokat, mind pedig a (szak)politikát, hogy az ország rendkívüli mértékben versenyképes, sőt versenyképessége folyamatosan javul. Ez a téves értelmezés olyan alapokon nyugszik, amit az uralkodó közgazdaságtani elméletek és mutatószámok sokszor meg is alapoznak. Azonban a versenyképességgel kapcsolatos klasszikus elméletek a globális értékláncok megjelenésével megváltoztak, a klasszikus elméleteken nyugvó statisztikák pedig a valóságtól merőben eltérő képet mutatnak.

2.3 Összefoglalás, következtetések

A fejezet rövid áttekintést adott a globális értékláncok kialakulásának történetéről, továbbá definiálta és elhelyezte a jelenséget a nemzetközi gazdaságtan és nemzetközi vállalatgazdaságtan szakirodalmában. Megállapítottuk, hogy az 1990-es években tapasztalt gyors bővülést („hiperglobalizáció”) a 2008-2009. évi nemzetközi pénzügyi- és gazdasági válság után lassulás váltotta fel. Esettanulmányok, illetve fejlett országokra vonatkozó³² előzetes kutatási eredmények pedig egyenesen az értékláncok rövidülését, visszafejlődését vázolják fel („deglobalizáció”).

A globális értékláncok számos formában jelen lehetnek, attól függően, hogy a vizsgált ország, ágazat, illetve vállalat a termelési szekvencia mely szakaszán található. Ez határozza meg, hogy mekkora hozzáadott értékkel tud hozzájárulni a jövedelemtermeléshez, a költségvetési bevételekhez és összességében a saját vállalati, illetve végső soron a makrogazdasági növekedéshez. A beszállítói lánc hossza determinálja, hogy a termelésben keletkezett hozzáadott értéket hány termelő között szükséges szétosztani, továbbá definiálja is a függőségi viszonyt, illetve annak erősségét. A függőségek kialakulása jelentős veszélyeket hordoz magában, mivel egy szereplő kiesése is rövid távon megbéníthatja vagy éppen megdrágíthatja az értéklánc működését, ami a Leontief-típusú termelési függvény által dominált termelési struktúra eredménye. Mindez látható a hálózatok gráf-szerű topológiájában is (lásd 7. fejezet), ami szűk keresztmetszeteket okoz a beszállításban, termelésben.

³² Érdemi vizsgálatot csak 2020-es évek nemzetközi input-output tábláinak birtokában lehet végezni, leghamarabb 2026-2027 környékén.

A globális értékláncokban uralkodó éles verseny a pozíciók megtartásáért a feljebb lépés felé hatja az vállalatokat, érdekeltté téve őket az innovációban. A gyakorlat azonban mégsem igazolja az elméletet, az aggregált adatok azt mutatják, hogy nemzetközi szinten egyelőre nem találni egyértelmű példát a feljebb lépésre, inkább csupán a diverzifikálódásra, vagyis arra, hogy a kevésbé termelékeny termelők mellett megjelennek magas termelékenységűek is. Így az alacsony termelékenységű országok továbbra is ki vannak téve a közepes jövedelmű országok csapdájának (Eichengreen et al., 2013).

Ez a jelenségsorozat ráirányítja a figyelmet a globális értékláncokban rejlő kockázatokra, amelyek nem egyenlően oszlanak meg a szereplők között, ráadásul a multiplikátor hatásokon keresztül implicit módon fejtik hatásukat a gazdaság azon szereplőire is, amelyek csak közvetett módon csatlakoznak a GVC-hez. Ahhoz, hogy értékelni lehessen a termelési hálózatokban való részvétel előnyeit és hátrányait, ismerni kell az országok, ágazatok és vállalatok elhelyezkedését, és viszonyrendszerét a hálózatokban. Az értekezés ennek hazai szempontú feltárását tűzte ki célul.

3. A globális értékláncok számbavételének kérdései a hivatalos statisztikában

A globális értékláncok vizsgálatára két módszertan kínálkozik: a nemzetközi input-output táblák (lásd 4. fejezet), illetve esettanulmányokon alapján. Mindkét vizsgálati eszköznek megvannak a hátrányai: az esettanulmányok esetében a mintavétel lehetséges gyengeségei, az elemszám, a torzítások miatt levont bizonytalan következtetések, míg az MRIO elemzések esetében a túlzott aggregáltság, valamint azok a szigorú elméleti feltételezések, amelyek bizonyosan nem teljesülnek a gyakorlatban (lásd 5. fejezet). A két megközelítés közötti szakadékot, amellyel ellenőrizhetővé, kontrollálhatóvá válnának a vizsgálatok, a hivatalos statisztika hidalná át, azonban mind a nemzeti, mind pedig a nemzetközi statisztikai szakszolgálatok is jelentősen le vannak maradva a globalizáció mérésében. Ebből kifolyólag alig létezik olyan hivatalos forrásból származó adat, amely hitelesen bemutatná a vállalatok, ágazatok és országok helyzetét a globális értékláncokban.

Ez az adathiány nem csak a kutatásokat korlátozza, hanem akár jelentős torzításokat is okozhat azokban a statisztikai mutatókban, amelyek értékét befolyásolja az értékláncban elfoglalt pozíció. Ez a fejezet bemutatja, hogy milyen változások mentek végbe az elmúlt évtizedekben a globalizációban, amelyek alapvetően befolyásolják a makrogazdasági statisztikai mutatók alakulását, és erősen torzítják az azokból levonható következtetéseket.

3.1 A rezidens vállalatok tulajdoni viszonyainak számbavétele

A vállalatok nemzetköziesedéséről szóló ma már klasszikusnak mondható elméletek a folyamat egyik fontos mérföldkövének tartják a lányvállalatok alapítását az anyavállalattól eltérő országban (Johanson & Vahlne, 1990). Ezeket a vállalatokat gyakran 100%-ban, de jellemzően legalább többségi tulajdonban alapítják meg az anyavállalatok részben azért, mert így nagyobb kontrollt gyakorolhatnak a termelés felett, részben pedig befektetésvédelmi szempontokat is szem előtt tartanak. A külföldi érdekeltségű vállalatok számbavételéről az úgynevezett **FATS** (*Foreign Affiliates Trade in Services*) statisztika gondoskodik, amely regisztrálja egyrészt a rezidens vállalatokba történő külföldi befektetést („*inward FATS*”), illetve a belföldi vállalatok külföldi vállalatokba irányuló befektetéseit („*outward FATS*”). A FATS adatok alapján képet

kaphatunk arról, hogy a hazai vállalati szektorban mekkora részt képviselnek a külföldi leányvállalatok. Bár az adatszolgáltató elvileg közli a befektetők iparágát (amennyiben vállalatról és nem magánszemélyről van szó) a gyűjtést végző intézmény felé (Magyarországon a Magyar Nemzeti Bank), a hivatalos statisztikában legtöbbször csak a befektetett tőke származási országa szerepel, igaz az elérhetőnél részletesebb bontás már számottevő adatmennyiséget eredményezne.

8. táblázat: Top 5 külföldi befektető országban rezidens anyavállalat által alapított cégcsoportok részesedése a teljes tényezőáron számolt hozzáadott értékből 2018-ban

	Csehország	%	Magyarország	%	Lengyelország	%	Szlovákia	%
1	Németország	15%	Németország	14%	Németország	8%	Németország	14%
2	USA	6%	USA	8%	USA	5%	USA	6%
3	Egyesült Királyság	3%	Ausztria	4%	Franciaország	4%	Dél-Korea	3%
4	Franciaország	3%	Egyesült Királyság	3%	Hollandia	3%	Hollandia	3%
5	Ausztria	2%	Franciaország	3%	Egyesült Királyság	2%	Franciaország	3%
Belföld	Csehország	57%	Magyarország	53%	Lengyelország	63%	Szlovákia	53%

Forrás: Eurostat adatok alapján saját számítás (*fats_g1b_08* tábla)

A fenti, 8. táblázat azt mutatja, hogy a V4-országokban a vállalatok által tényezőáron termelt hozzáadott értéknek alig fele származik a hazai tulajdonú vállalatoktól. Németország és az USA szerepe a térségben nagyon markánsan kirajzolódik, a nemzetgazdaságokban megtermelt hozzáadott érték jellemzően negyede-ötöde e két ország által tulajdonolt leányvállalatokhoz köthető.

Ha az értékláncokat a külföldi leányvállalatok szemszögéből kívánjuk vizsgálni, úgy a FATS statisztika nem nyújt elegendő információt. Ennek legfőbb okai azonban nem a módszertanban keresendők; a globális értékláncok kialakulásának egyik kulcstényezője a megváltozott vállalatirányítási preferenciák, amelyben a leányvállalatok szerepe jóval kisebb. Ehelyett emelkedik szerződéses alapú beszállítói megállapodások súlya (Nicita et al., 2013), így a partneri kapcsolat két ország között legfeljebb csak a külkereskedelmi statisztikában jelenik meg. Másrészről szükséges megemlíteni, hogy a külföldi működőtőke-befektetések, bár egyértelműen köthetők a globális értékláncokhoz, mégsem a vertikális termelési láncról nyújtanak képet, hanem a transznacionális vállalatok (TNC – *Transnational Corporations*) tulajdonviszonyairól, ami sokkal inkább tekinthető szatellit rendszernek, mivel a leányvállalatok tevékenysége a legtöbbször megegyezik az anyavállalat tevékenységével. Ilyen esetben a leányvállalatok szerepe jellemzően nem

feltétlenül csak az anyavállalat egy termelési funkciójának ellátása, hanem a helyi vagy regionális piac kiszolgálása is. Ez utóbbi esetben a leányvállalat önmaga is végez teljes vertikumú termelést, bár ez inkább alacsonyabb hozzáadott értékű termékek termelésekor fordul elő (például élelmiszer és ital gyártása). A FATS értelmezése ugyan a külföldi érdekeltséget illetően valamelyest engedékenyebb a leányvállalat (*subsidiary corporation*) nemzeti számlák szerinti definíciójánál, azonban így sem jellemző, hogy az egyébként eltérő tevékenységű alapanyag beszállító vállalatokban az anyavállalat tulajdonrészt szerezzen. A FATS tehát csak a közvetlen szatellit (leányvállalatokból álló) hálózatot mutatja meg, a teljes vertikális termelési láncról nem nyújt információt, így nem tudjuk meg belőle, hogy a késztermék előállításához felhasznált legfőbb alapanyagok és alkatrészek milyen tulajdonú vállalatoktól származnak.

A tulajdonviszonyok átalakulása a termelési láncokban, valamint a TNC-k szerepvállalása a GVC-kben, a transzferárazás és a speciális célú vállalatok (SCV) jelensége érzékenyen érinti a termeléssel, illetve a külföldi befektetéssel kapcsolatos statisztikákat. A legfőbb probléma Rassier (2017) szerint a rezidens vállalat nem kellően pontos definíciója jelenti, amely a transznacionális vállalatcsoport tulajdonába tartozó leányvállalatokat önálló egységként kezeli. A világgazdaságban általános jelenség, hogy az értéklánc csúcsán álló anyavállalatnak világszerte vannak leányvállalatai, amelyekeken keresztül – kihasználva a kedvezőbb tényezőárakat – a termelést végzi. Ilyen esetben az anyavállalat, mint jogi személyiség, jelen van abban az országban, ahol a leányvállalat üzemel (mert annak tulajdonosa), termelést azonban nem végez (azt a leányvállalat teszi). A TNC-ken belüli tranzakciók legyen az tőke, áru vagy szolgáltatás nemzetközi befektetésnek vagy kereskedelemnek minősülnek. Lipsey (2006) arra is felhívja a figyelmet, hogy az anyavállalattól származó immateriális input is, külkereskedelemnek (importnak) minősül. Ezáltal a leányvállalatot befogadó ország, mint GVC láncszem szerepe felfelé torzítva jelenik meg a statisztikában. A 100%-ban külföldi érdekeltségbe tartozó rezidens vállalat esetén ugyanis a tőke az anyavállalat tulajdonában van, miként, a bruttó működési eredmény tulajdonosa is az anyavállalat, amely, ha a fogadó országban hagyja a profitot (újra befekteti) akkor az a leányvállalat által megtermelt hozzáadott értékben jelenik meg. Pedig a rezidens vállalat csupán a munkaerő által megtermelt jövedelemmel, és a fogadó országban fizetett adókkal járul hozzá a keletkezett hozzáadott értékhez. Ezt a torzítást az FDI statisztika sem korrigálja, mivel a tőkeáramlások és a tőkeállomány sem tartalmazza se a munkaerő, se a helyi forrásbevonás (például a fogadó országban rezidens bank általi finanszírozás) hozzájárulását a termeléshez (OECD,

2008). Más szavakkal a külföldi anyavállalatok működőtőke beruházásainak értékelésekor a leányvállalat teljesítménye rejtve marad, miközben a leányvállalatok teljesítményének értékelésekor az anyavállalat szerepe jóval kisebb súllyal jelenik meg.

A bruttó nemzeti jövedelem (GNI) a fenti problémát csak részben orvosolja. Definíció szerint a $GNI = GDP + \text{nettó hazautalások} + \text{nettó tulajdonosi jövedelmek} + \text{nettó adók és támogatások összegével}$, ebből a tulajdonosi jövedelmek köthetők az anyavállalathoz. Vagyis GNI szemléletben a rezidens leányvállalat által megtermelt nettó jövedelem valóban az anyavállalat tulajdonát képezi, azonban nem derül ki, hogy ehhez mekkora mértékben járult hozzá a leányvállalat az általa foglalkoztatott rezidens bérköltségeken keresztül. Nem mellékes az sem, hogy az SNA egyik fő aggregátuma a leányvállalatot teljes egészében külföldinek tekinti, ez azonban nem érvényesül a külkereskedelmi statisztikában.

9. táblázat: A GDP és a GNI közötti különbség a V4-országokban 2018-ban

	GDP (folyó áron)	GNI (folyó áron)	GDP/GNI
Csehország (millió CZK)	5279,1	4962,7	1,06
Magyarország (millió HUF)	41480,6	39676,1	1,05
Lengyelország (millió PLN)	2108,3	2022,1	1,04
Szlovákia (millió EUR)	90,5	88,7	1,02

Forrás: AMECO adatok alapján saját számítások

Az 8. és az 9. táblázat látszólag ellentmond egymásnak, mert míg a vállalatok által termelt jövedelem közel felét leányvállalatok termelik meg, addig a GNI és a GDP között csupán néhány százalékpontnyi a különbség. Ennek módszertani oka részben az a GDP korrekciója csak a más országba utalt jövedelmekkel történik meg, figyelmen kívül hagyva a leányvállalatok által történt termelést, valamint az eltérő addicionális adó- és támogatási tartalom:

$$GDP = \Sigma \text{ hozzáadott érték (alapáron)} + \text{termékadók} - \text{terméktámogatások} \quad (7)$$

$$GDP = \Sigma \text{ hozzáadott érték (tényező áron)} + \text{termékadók} - \text{terméktámogatások} + \\ \text{termelést érintő adók} - \text{termelést érintő támogatások}$$

Vagyis a tényezőáron számolt hozzáadott érték nem tartalmazza azokat a tételeket, amelyek nem kapcsolódnak a termékhez, például a béreket terhelő adók és járulékok, ingatlanadó stb. A GNI tehát kissé elmosza a külföldi tulajdonú vállalatok szerepét a

gazdaságban, mivel az adók a leányvállalat szempontjából rezidens ország GDP-jét növelik. Mindazonáltal a 8. táblázat alapján látható, hogy a V4-országok mindegyikében fontos szerepet játszanak a külföldi tulajdonú vállalatok, ami azt is jelenti, hogy az EU15-höz képest a relatív fejlettség GNI alapon számolva alacsonyabb.

3.2 A globalizáció hatása a statisztikai adatgyűjtésre

A tulajdonosi struktúrák változása a külkereskedelmi statisztikákat is érintette. A napjainkban használatos külkereskedelmi termékforgalmi statisztika³³ elsősorban a zártabb országok kivitelét rögzíti „jobban”. Kizárólag az ilyen országokban, ahol a világpiacra kerülő áruk előállításához csupán kevés importot használnak fel, tartható az a feltételezés, hogy a termelés szinte csak a hazai termelőkapacitásokra épül, így az áru exportja CIP vagy DAP paritáson teljes egészében elszámolható az exportőr országnak. Ezzel szemben a világpiacra nyitottabb gazdaságokban a termelés hazai bázisa jóval kisebb, a belföldi hozzáadott érték az áru határparitásos értékének jellemzően csupán töredéke (Vakhal, 2016a).

Külön figyelmet érdemelnek az olyan értéklánc-menedzsment struktúrák, amelyben – részben adóoptimalizálási céllal – a tranzakciókat egy harmadik országban lévő holdingon keresztül bonyolítják. Ezek a speciális célú vállalatok nem végeznek valós gazdasági tevékenységet, de szerves részei a vállalatcsoportnak, mivel elszámolási, ügyletbonyolítási egységként működnek. Az ilyen vállalatok számottevő mértékben torzíthatják a fizetési mérleg tételeit. 2006-tól a speciális célú vállalatok (SCV) statisztikába való bevezetésével, illetve azok kiszűrésével a fizetési mérleg adatokból az országok valós külső egyensúlyal kapcsolatos mutatóinak pontossága sokat javult, ez azonban csak a nemzetközi statisztika globalizációval kapcsolatos problémái közül csupán néhány esetben jelentett megoldást. Miként Koroknai és Lénárt-Odorán (2011) is megjegyzi az SCV túlságosan merev definíciójából eredően nem sikerült teljesen kiszűrni ezeket a vállalatokat a fizetési mérlegből. Ennek oka, hogy az IMF értelmezése szerint az SCV-k szinte egyáltalán nem végeznek valós gazdasági tevékenységet, és lényegében offshore vállalatként működnek. Ugyanakkor nem törvényszerű, hogy a vállalatcsoporton belül csak az SCV-k bonyolítsanak rájuk jellemző tranzakciókat, az adókedvezmények kihasználása végett extra jövedelmet egyes termelőegységeknél is elhelyezhetnek.

³³ Ez a világ egyik legrégebbi statisztikai adatgyűjtése, amelynek módszertana (eltekintve a frissülő terméknómenklatúrától) lényegében az 1920-as évek óta változatlan.

Az értékláncok statisztikai számbavételének vizsgálatakor az ilyen, tisztán SCV funkciót betöltő termelő vállalatoknak torzító hatásuk lehet, mivel olyan bilaterális tőke mozgást eredményeznek a fizetési mérleg statisztikában, amelynek nincs minden esetben reálgazdasági hatása, sőt olyan országok között is kimutatható jelentős befektetést, amely országok között a kereskedelmi kapcsolat elenyésző. Különösen igaz ez a nem egy valutaövezetbe tartozó anya- és leányvállalati csoportok esetében, mikor egy leányvállalat nem az anyavállalattól kap finanszírozást közvetlenül (ami a tulajdonostól érkező tőkebeáramlás lenne a leányvállalat országában), mivel az – fedezve az eltérő valutából származó kockázatait – egy harmadik országban rezidens, de azonos valutaövezetbe tartozó leányvállalatán keresztül biztosít finanszírozást. Ez szintén be- és kiáramló tőkeként szerepel a két ország tőkemérlegében úgy, hogy a tőketulajdonos ország nem jelenik meg.

Egy másik viszonylag új jelenség, hogy a leányvállalatok is alapíthatnak leányvállalatokat, ha adózási, jogi vagy vállalatirányítási érdekeik úgy kívánják. Ez a tulajdonosi struktúra tipikusan mondható az európai központból irányított amerikai tulajdonú értékláncok esetében. Ilyenkor a rezidens leányvállalat tulajdonosa az európai holding, amelynek az amerikai anyavállalat a tulajdonosa, azonban a hazai vállalat minden tranzakciót az európai központtal végez. Ilyenkor is csak a bilaterális tőke mozgás kerül rögzítésre, és bár valós reálgazdasági hatása is lehet tranzakcióknak, az amerikai érdekeltségre a hivatalos statisztikákból nem derül fény, mivel a teljes lánc az elejétől a végéig nem ismert.

Szintén GVC-specifikus a logisztikai vagy beszerzési központok létesítése egy harmadik országban, amelyeken keresztül a régiós ellátási lánc működik (Manders et al., 2016). Ilyenkor a rezidens vállalat nemzetközi (de akár hazai) beszerzéseit egy harmadik országban lévő vállalat bonyolítja, megkönnyítve így a nemzetközi tárgyalással járó költségeket. A központ ekkor közvetítő kereskedelmet végez, azaz megvásárolja a beszállítótól a terméket, majd továbbértékesíti a rezidens vállalatnak, majd a fizikai mozgás az üzlet teljesítésekor csak a beszállító országa és a rezidens vállalat országa között jön létre (vagyis a közvetítő országában a termék nem jár)³⁴. Ez a közvetítő kereskedelem ún. re-export tranzakcióként szerepel a közvetítő szerepét betöltő ország

³⁴ A folyamatot háromszögügyletnek is nevezik. Tipikusan ilyen tevékenységet végeznek az e-kereskedelmet bonyolító közvetítők (például Amazon).

fizetési mérlegében, és csak a vételi és eladási ár különbözetével növeli a szolgáltatásexportot.

A beszerzési központok felhívják a figyelmet a nemzetközi munkamegosztás és értékláncosodás egy másik tipikus esetére, az ún. üzem nélküli termelőkre (**FGP** – *Factoryless goods producer*). Az FGP olyan rezidens vállalatokat takar, amelyek termelési folyamataik azon részét, amelyben a termeléshez felhasznált alapanyagok fizikai átváltozáson mennek át (gyakorlatilag a feldolgozóipar által végzett szakasz), 100%-ban (külföldi) bér munkában végzik el. Az FGP egy speciális jellemzője, hogy nem áll fenn leányvállalati tulajdonviszony a partnervállalatok között, ami a modern GVC-k működésére egyre jellemzőbb. A bér munkát megrendelő vállalat teljes egészében tulajdonjogot gyakorol a termeléshez szükséges immateriális javak felett. A termeléshez felhasznált alkatrészek és alapanyagok tulajdonosa változó, de jellemzően a bér munkát megrendelő vállalat biztosítja a bér munkát végző számára a termeléshez szükséges inputokat. Az ügyletben résztvevő vállalatok jól láthatók a statisztika számára, mert egy régóta létező jelenségről van szó, a külkereskedelmi forgalom, valamint az ipari termelés becslését a bér munkában végzett termelés nem torzíja.

Az FGP-k mégis azért számítanak különlegesnek, mert feldolgozóipari termelésük 100%-át bér munkában végeztetik el, ami azzal a tevékenységosztályozási problémával jár, hogy azt a tevékenységet, amihez általában a hasonló terméket előállító vállalatok sorolják magukat pont nem végzik. Más szavakkal, ha egy járműipari vállalat teljes egészében külföldre helyezi ki a termelését, és csupán a szolgáltatásokat tartja meg az anyavállalat szerinti rezidens gazdaságban (például kutatás-fejlesztés, értékesítés, marketing stb.), akkor valójában nem végez feldolgozóipari tevékenységet, csupán szolgáltatást nyújt (jellemzően nagykereskedelmet). Ilyen körülmények között nem egyértelmű, hogy az FGP és a bér munkát végző vállalat közötti áruforgalmat a külkereskedelmi statisztika milyen ügyletnek tekinti, mert a feldolgozóipari tevékenység teljes kiszervezése azt vonja maga után, hogy a megrendelő által importált áruk már készterméknek minősülnek, miközben a kivitel szolgáltatásexport.

A FGP-re tehát a statisztika úgy is tekinthet, hogy továbbértékesítő tevékenységet végez, amennyiben pedig ezt egy harmadik országbeli rezidens vállalattal teszi, úgy a korábban említett háromszögügylet áll elő. Ha a re-export tevékenység nem áll elő explicit módon, úgy hagyományos árukereskedelemként is bekerülhet a fizetési mérlegbe a tranzakció

(IMF, 2017), növelve ezzel a külkereskedelmi forgalom volumenét. Doherty (2015) szerint a rezidens FGP-k felfelé torzítják a hazai gazdaság importstatisztikáját, mert olyan tranzakciót számolnak el külkereskedelemként, amelyben a valóságban nem volt tulajdonosváltás.

Egy csupán kétszereplős ügyletben nemzetközi bér munkaként el lehetne számolni az ügyletet (ilyenkor csak a bér munkáért fizetett díj kerül be importként), azonban a komplex termelési hálózatok esetében mindez már jóval nehezebb, mivel a gyártást bér munkában végző vállalathoz akár több országból is érkehetnek inputok, amik egyébként mind az FGP tulajdonát képezik. Ilyen esetben csupán az utolsó láncszem látható, és a bér munkát végző vállalatnak az FGP által közvetlenül biztosított alkatrészek és alapanyagok elkönyvelt ára is jóval alacsonyabb lehet, mint amennyit végül az FGP visszaimportál.

Külön figyelmet érdemel a bér munkát végző rezidens vállalat országában maradó késztermékek esete. Ennek teljes értékét nehéz megbecsülni, azonban tekintve, hogy a világon a legnagyobb bér munkaforgalmat bonyolító ország, egyben a világ egyik legnagyobb fogyasztója is, a Kínában maradó termékek volumene feltehetően nem elhanyagolható mértékű. Ha a bér munkában előállított késztermékek egy része közvetlenül a bér munkát végző ország szerinti rezidens háztartások felé kerül értékesítésre, úgy az FGP nem re-exportot, hanem exportot végzett (ami hozzáadandó a FGP országának folyó fizetési mérlegéhez). Azonban teljes értékben nem adható hozzá a bér munkát végző gazdaság ipari termeléséhez sem, csupán az arányos bér munkadíj értékében.

A nemzetközi tranzakciók fizetési mérlegben való elszámolása azon az implicit feltételezésen alapul, hogy a statisztikai hivatalok számára jelentett árak a piaci viszonyokat tükrözik, azaz versenykörnyezetben kialakult alkuk eredménye. Az értékláncokba szerveződött termelés esetén azonban ez nem mindig teljesül, különösen anya- és leányvállalatok, valamint a bér munkában végeztetett (függetlenül attól, hogy a megrendelő FGP-e vagy sem) termelés folyamán, mikor a felek főleg adóoptimalizálási okok miatt az értékláncon belüli elszámolásokhoz transzferárakat alkalmaznak. A

jelenség nem újkeletű, a probléma statisztikai jellegű kezelésére már léteznek olyan módszerek, amelyeket a hivatalok integráltak saját rendszerükbe³⁵.

Ennek ellenére a transzferárazás jelensége továbbra is gond, mivel a valós piaci ár imputálása a nemzetközi tranzakciókban egyrészt nem mindig lehetséges, másrésztől nem korrigálja a vállalatcsoport jövedelemelosztási stratégiájából származó torzításokat (igaz, ez nem is célja a kiigazításnak). A transzferárazás gyakorlatában hasonló problémába ütközünk, mint korábban a tőkeáramlások számbavételében, mert felmerül a kérdés, hogy a jövedelem valóban ott van-e elszámolva, ahol keletkezett? Extrém esetben a torzítás mértéke igen jelentős lehet, ahogy ez 2015-ben Írországból történt, mikor is a GDP éves volumenváltozása 26,3% volt, nem kis részben a transzferárak és a jövedelemátcsoportosítások miatt (OECD, 2016).

A multinacionális vállalatok sajátos belső árazása nem csupán a rezidens gazdaságban keletkezett jövedelmek ártérítékelődésével jár, hanem a külkereskedelmi árindexek torzulásával is. Egy transzferárazástól mentes gazdaságban, ha egy termelő megváltoztatja beszállítóját, vagy kiszervezi termelésének egy részét akár belföldre, akár külföldre, az rendre a termelői árindex és az importárindex közvetlen megváltozásával jár, ami önmagában nem jelent problémát a gazdasági számlák számításakor, különösen, hogy a termelői árindex nem épül be közvetlenül a GDP-be. Az importárakban bekövetkezett változások azonban közvetlenül érintik a GDP szintjét, de ha valós reálgazdasági termelés áll a behozatal mögött, úgy a hatás nem torzító.

Jelentős torzítás léphet fel ugyanakkor, ha a vállalaton belüli kereskedelemnek nem volt reálgazdasági hatása, vagy ha az árak nem a valós hatást tükrözik. A GVC-be szerveződött beszállítói hálózatokban, vállalatcsoportokban (kiváltképp, ha az értéklánc csúcán egy FGP áll) a szellemi tulajdonjogot képező javak (IPP – intellectual property products) kereskedelme a jövedelemátcsoportosítás egyik fő csatornája. A vállalaton belüli IPP-k árának kiigazítása nagy kihívás, mivel a legtöbbször nincs olyan alternatív termék, amely valós piaci körülmények között árazódott, és amivel imputálni lehetne. Ha az anyavállalat vagy FGP túlárázottan „adja el” az IPP-ket a beszállítójának, leányvállalatának, akkor a fogadó országban az importárindex becslése fölfelé torzított lesz, aminek közvetlen hatása a fogadó ország GDP volumenváltozására pozitív. Más szavakkal, ha a transzferárak által okozott torzítás magasabb import árindexszel jár, akkor

³⁵ Az eljárás „arm’s length” módszerként ismert (OECD, 2017).

az a gazdasági növekedés felülbecslését okozza. Hasonlóképpen, ha a leányvállalat a valós piaci árnál drágábban exportálja vállalaton belül a termékeket, akkor az a rezidens gazdaság reál-GDP-jének alulbecslését eredményezi (Dridi & Zieschang, 2004; Mead, 2014; Nakamura et al., 2015).

Bár GDP arányos nagysága államonként igencsak eltérő, a GVC-k kapcsán érdemes röviden kitérni a külföldi munkavállalásból származó jövedelmekre, illetve a hazautalásokra is. Jiang (2013) alapján ismert, hogy 2009-ben a globális értékláncokhoz mintegy 88 millió munkahely volt köthető. Attól függően, hogy egy ország átlagosan hol helyezkedik el a termelési láncban, különböző mértékben van rászorulva hazai és külföldi munkavállalók hozzáadott értékére. Jiang (2013) a munkahelyek oldaláról közelítette meg ezt a kérdést, és arra jutott, hogy a vertikális termelési lánc csúcsán elhelyezkedő országok exportja több munkahelyet igényel külföldön, mint belföldön. Csupán néhány ország esetében állapítható meg, hogy a GVC-k miatti nemzetközi kereskedelem több belföldi munkahelyet igényel: Kína, India, Indonézia és Brazília. Magyarország esetében a tanulmány szerint a nemzetközi kereskedelem (export és import) mintegy 2,5 millió munkahelyet érintett, az ország külkereskedelmi igényeinek kielégítéséhez 1,1 millió külföldi munkahelyre volt szükség.

A GVC-k közvetlenül csak akkor érintettek a hazautalásokban, amennyiben nem rezidens munkavállalót alkalmaznak. Rezidens, de rendszeresen hazautalásokat teljesítő munkavállalók látszólag kiesnek a GVC-k tárgyköréből. A nemzetközi munkaerőmozgással, illetve a hazautalásokkal kapcsolatos statisztikákat az IMF legfrissebb fizetési mérleg statisztikai módszertana (BP6 – Balance of Payments and International Investment Position Manual, sixth edition) fedi le, itt is felmerül azonban a rezidens vállalat, rezidens munkavállaló definíciós problémája. Tekintsük a nem rezidens munkavállalót alkalmazó külföldi érdekeltségű leányvállalat esetét. Ha a nem rezidens munkavállaló az anyavállalat országában számít rezidensnek (például kiküldöttek esetén), úgy a statisztika munkavállalói jövedelem mozgást regisztrál az anyavállalat és a leányvállalat ország között, holott a munkavállaló valójában az anyavállalat számára végez munkát. Az ilyen eset természetesen eltörpülhet a teljes nemzetközi munkavállalói jövedelmek nagyságához képest. Felmerül a kérdés azonban, ahogy a tőketranszferek esetén is, hogy a 100%-ban külföldi tulajdonú leányvállalat külföldi jövedelem átutalásai, különösen, ha azokat az anyavállalat országába teljesíti, mennyiben számítanak valós jövedelemkiáramlásnak?

A helyzet valamelyest bonyolódik, amennyiben a nem rezidens munkavállaló egy harmadik ország állampolgára. Ha az utalást teljesítő vállalat 100%-ban belföldi tulajdonú, úgy az országok közötti (másodlagos) jövedelemáramlás a valós áramlást tükrözi. Ha azonban egy külföldi tulajdonú leányvállalt teljesít utalást, úgy a bilaterális mérlegek nem feltétlenül a valós állapotot mutatják. Különösen igaz ez az off-shore és az adóoptimalizálási céllal alapított leányvállalatok esetében³⁶. További statisztikai probléma a nemzetközi munkaerőkölcsönzők szerepe a jövedelemutalásokban. Nem rezidens munkavállalók külföldi munkaerőkölcsönzők általi közvetítése a vállalat országa szempontjából szolgáltatás vásárlásnak minősül, és nem jövedelemutalásnak, ami azt jelenti, hogy a valós jövedelemátutalások alul vannak becsülve. A munkaerő közvetítő szempontjából bérfizetés történik, ha rezidens munkavállalót alkalmaztak, de nemzetközi (másodlagos) jövedelemátutalás keletkezik, ha nem rezidens munkavállalót foglalkoztattak. Ha a munkaerőkölcsönző egy harmadik országban van, úgy a közvetítő országában úgy keletkezik jövedelemkiáramlás, hogy nem áll mögötte valós realgazdasági teljesítmény (csupán a közvetítői díj). Ez az eset nagyon hasonló a korábban említett háromszögügyletekhez.

A globalizáció jelentette kihívások a nemzetközi és hazai statisztika számára kétségtelenül óriási problémát jelentenek, különösen, hogy a világgazdaságban, valamint a nemzetközi gazdálkodásban végbement változások sebessége rendkívül gyors volt. Ráadásul a nemzetközi tranzakciók egy része kifejezetten azért jön létre, hogy a folyamatra minél nehezebben lehessen rálátni, de még törvényes keretek között maradjanak az ügyletek (például adóoptimalizálás). A probléma nem csupán az, hogy a partnerországok és vállalatok közötti ügyekről nincs megfelelő tudásunk, hanem az is, hogy a jelenlegi adatokból tudunk csak következtetéseket levonni.

A nemzetközi statisztikai adatgyűjtésnek nem csupán a vállalatok és tranzakciók besorolásával kell megküzdenie, hanem a globalizáció által életre hívott új kereskedelmi formákkal is. A korábban említett *háromszög-ügylet* mellett még két új ügylettípus emelendő ki (UNECE, 2011):

- **Kvázi kereskedelem vagy kvázi-tranzit kereskedelem:** ebben a formában az áruforgalmat a közvetítő országában jegyzik be (legtöbbször ott, ahol a tengeri, folyami vagy légikikötő található, ahová az áru beérkezett). Ilyenkor az áru

³⁶ Érdekes adalék, a Nemzeti Adó és Vámhivatal adatai alapján a teljes magyarországi, kettős könyvvitelt folytató vállalatok bérköltségének mintegy 31%-a származott 100%-ban külföldi vállalatoktól 2017-ben.

fizikailag az országban van (szemben a háromszög-ügylettel), azonban a tulajdonos vállalat nem rezidens az országban. Az árut a vámeljárást követően továbbítják a célországba. A Rotterdam-hatásnak is hívott jelenség ugyan a GDP szintjén kiegyenlítődik (az import oldalon), azonban önmagában torzítja az exportot, így például az export/GDP mutatóból is téves következtetést lehet levonni. Lemmers és Wong (2019) számításai szerint a Rotterdam hatás csak az EU-ból az Egyesült Királyságba a rotterdami kikötőn keresztül exportált áruk mintegy 10 milliárd euró értékben növelik a holland re-export értékét.

- **Internetes kereskedelem:** ez a kereskedelmi forma nagyon hasonlít a háromszög-ügyletnek, mivel ebben az esetben is gyakran előfordul, hogy a közvetítő egy harmadik országban van. A különbség akkor keletkezik, mikor a pénzügyi teljesítés egy negyedik államon keresztül történik (például egy alacsony adózási biztosító országban). Ekkor a valódi eladó, és a közvetítő személye rejtve marad, az árumozgás pedig két olyan ország között jön létre, amelynek nem történt meg a pénzügyi ellentételezése, viszont feltűnik az ügyletben egy harmadik ország (a kifizetést fogadó), amely nem azonos a közvetítő országával. A helyzet a következő példán keresztül érzékeltethető: egy fogyasztó az interneten egy közvetítőtől vásárol egy terméket, amely fizikailag nincs a közvetítő tulajdonában, azonban a pénzügyi teljesítést a közvetítő, egy adóoptimalizálási céllal egy negyedik országba telepített partnerén keresztül teljesítik a felek.

3.3 Fiktív példa egy globalizált vállalatcsoport statisztikai számbavételére

A következő eset egy a statisztikai adatgyűjtés szempontjából extrém nehéz helyzetet illusztrál, amely azonban gyakran előfordulhat a reálgazdaságban (Wall & van der Knaap, 2011). Egy amerikai anyavállalat létrehoz egy európai központot Németországban, hogy irányítsa a kontinens termelését, gazdálkodását és ellássa az európai piacot. Az európai központ két gyáregységet hoz létre Közép- és Kelet Európában: Magyarország és Szlovákiában. Tekintsük a következő folyamatot (10. táblázat):

10. táblázat: Egy hipotetikus láncszerveződés legfőbb statisztikai szempontjai

Esemény	Résztvevő országok	Érintett főbb statisztikák	Megjegyzés
Az anyavállalat beruház az európai központba	USA, Németország	amerikai, német FDI és IIP ³⁷ ; német beruházások, GDP	Közvetlen zöld vagy barnamezős beruházás, a kapcsolat egyértelmű
A központ létrehoz két gyárat Kelet-Európában	Németország, Magyarország, Szlovákia	német, magyar, szlovák FDI és IIP; magyar, szlovák beruházások. GDP	A végső befektető az USA, ha a kapcsolat visszafejthető, akkor nincs probléma
A központ piaci ár alatt lízingelteti a gépeket a gyárakkal	Németország, Magyarország, Szlovákia	német-magyar, német-szlovák szolgáltatás-kereskedelem; külker. árindex, IIP	A gépek valóságban amerikai tulajdonban vannak.
A két gyár egymás között is kereskedik transzferáron keresztül	Magyarország, Szlovákia	magyar-szlovák árukereskedelem, külker. árindex, GDP	Nem egyértelmű, hogy mennyiben számít magyar, illetve szlovák terméknek az amerikai/német tulajdonú gyárakból kikerülő termék
A gyárak transzferáron egy szlovák logisztikai központba szállítják a termékeket, ahonnan a fogyasztókhoz kerül	Magyarország, Szlovákia, Ausztria	magyar-szlovák, szlovák-osztrák árukereskedelem; külker. árindex, GDP	A magyar fél nincs kapcsolatban az osztrák fogyasztókkal, a szlovák külkereskedelem egy része mögött nincs reálgazdasági teljesítmény
A központ egy svájci online közvetítő céget is megbíz az értékesítéssel, és jutalékot fizet neki	Svájc, Szlovákia, Németország, Ausztria	szlovák-osztrák árukereskedelem; svájci-szlovák szolgáltatás-kereskedelem; svájci-német szolgáltatás-kereskedelem; svájci-osztrák szolgáltatás-kereskedelem	Az osztrák fogyasztó a svájci céggel köt szerződést, a nemzetközi utalás itt történik, majd az árut Szlovákiából szállítják le, amiben magyar rész is van. A svájci közvetítő elszámol a szlovák gyárral és a német központtal, a tranzakciók többszörösen is bekerülnek.
A magyar gyár Kínában végeztet bér munkát, a legyártott termékek egy része kínai és japán fogyasztókhoz kerül, egy része visszakerül Magyarországra	Magyarország, Kína, Japán	magyar-kínai árukereskedelem, kínai-japán árukereskedelem, kínai ipar, GDP, GNI	Ha a kínai félnek van helyi beszállítója is, a bér munka feltételei nem teljesülnek, a kínai gyár magyar megrendelésre ipari termelést végez. A termék Japánban kínai származású, Kínában helyi termék, Magyarországon kínai import.
A magyar gyár szerződik egy horvát munkaerőközvetítővel, aki szerb és horvát munkásokat is kikölcsönöz számára	Magyarország, Horvátország, Szerbia	magyar-horvát szolgáltatás-kereskedelem, szerb-horvát másodlagos jövedelemtranszfer, hazautalások, GDP, GDI	A szerb munkavállalók jövedelemutalásai horvátnak számítanak egy Magyarországon végzett munkáért.
Az amerikai anyavállalat létrehoz egy szolgáltató támogató vállalatot Indiában, amely a fogyasztókkal kapcsolatos pénzügyi ügyleteket kezeli	Ausztria, India, USA	osztrák-indiai szolgáltatás-kereskedelem, amerikai-indiai elsődleges jövedelemtranszfer, GNI	Az osztrák fogyasztó valóságban egy amerikai vállalat indiai szolgáltatóközpontjának fizet.

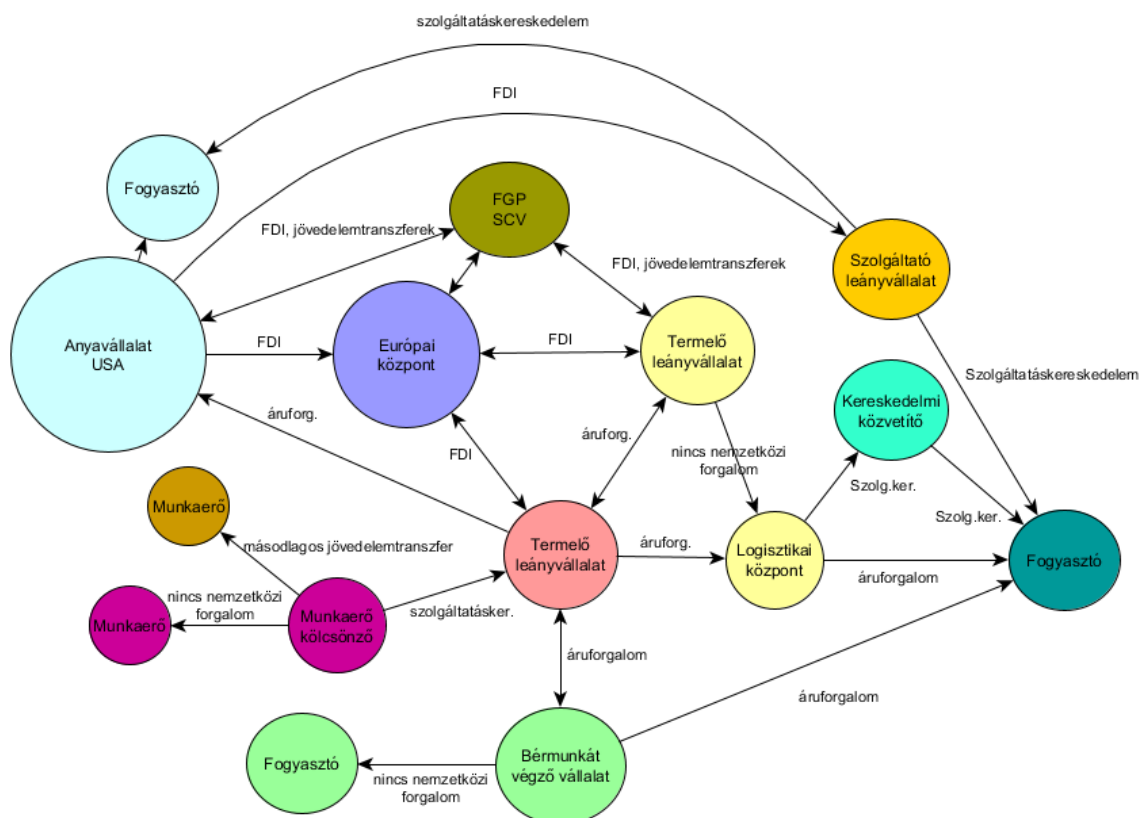
³⁷ Nemzetközi befektetési pozíció

Esemény	Résztevő országok	Érintett főbb statisztikák	Megjegyzés
A német központ létrehoz Luxemburgban egy elszámolási központot, és ezen keresztül számolja el a regionális forgalmat, profitot.	Németország, Magyarország, Szlovákia, Luxemburg	Az érintett országok elsődleges jövedelemtranszferei és szolgáltatás-kereskedeleme, FDI, IIP, GDP, GNI	A luxemburgi vállalat nem végez reálgazdasági termelést, bár SCV-ként szűrhető az FDI-ban, de a valós forgalom nem lesz nyomon követhető
A profit egy részét a luxemburgi cég visszautalja az USA-ba	Luxemburg, USA	luxemburgi-amerikai FDI és IIP, szolgáltatás-kereskedem, GNI	A luxemburgi tőketranszfer mögött nincs reálgazdasági teljesítmény, és amerikai tulajdonban.
Az amerikai anyavállalatnak a magyar gyár szállít be transzferáron a fogyasztók számára	Magyarország, USA	magyar-amerikai árukereskedelem; külker. árindexek, GDP, GNI	A termék az USA-ban magyar előállításúnak minősül, amely egy amerikai tulajdonú, német központ által alapított magyarországi vállalat terméke.

Forrás: saját szerkesztés

A 7. ábra a 10. táblázatban bemutatott folyamatokat foglalja össze:

7. ábra: Egy hipotetikus láncszerveződés statisztikai szempontjainak folyamatábrája a főbb elszámolási tételek szempontjából



Forrás: saját szerkesztés

Megjegyzés: a színek az országok különbözőségét hivatottak jelezni

A hipotetikus példából jól kitűnik, hogy a folyamatok nem csupán azt a statisztikát érintik, amellyel közvetlen kapcsolatba hozhatók, hanem a nemzeti számlák főszámaiban is

torzítást okozhatnak. Kiváltképp érintett a fizetési mérleg, azon belül is a folyó fizetési mérleg, és az elsődleges jövedelmek számlája, továbbá kismértékű torzítás lehetséges a GDP-ben, elsősorban a helytelen külkereskedelmi deflátorokon keresztül. A rezidens vállalat definíciójának kétértelműsége miatt a tőke- és márkatulajdonos vállalat számára elszámolt tételek feltehetően jóval kisebbek, mint a valóságban, a leányvállalatok országában azonban valószínűleg felfelé torzítanak a számok.

A statisztika számára a legnagyobb kihívást a külkereskedelem bruttó szemléletű elszámolása okozza, amit tovább fokoz az új kereskedelmi formák megjelenése. A bruttó szemlélet elrejtí a résztvevő országok valós hozzájárulását a kereskedelemhez, erősen felülbecsülve így az államok exportját és importját, és bár a világgal szembeni mérleg nem változik, a bilaterális egyenlegek igen torzítottak lehetnek. A témának kiterjedt irodalma van (Banga, 2013; Gereffi & Fernandez-Stark, 2011; Koopman et al., 2014; Nádudvari, 2013) ami részben a TiVA statisztikák létrejöttének is köszönhető. Az adatok előállításának elsősorban adatforrásbéli akadályai voltak, mivel az nemzetközi input-output módszertanra épülő eljárás azt a követelményt támasztotta, hogy a lehető legtöbb országból legyen elérhető, konzisztens ágazati kapcsolatok mérlege (ÁKM) táblázategyüttes. A TiVA adatbázis kiszűrte a bruttó szemlélet okozta torzítást, és új, a valósághoz jóval közelebbi képet festett a nemzetközi kereskedelemről. Bár napjainkban a TiVA adatok becslése, és továbbvezetése módszertanilag egyre kevésbé jelent kihívást, a külkereskedelmet a statisztikai hivatalok továbbra is bruttó szemléletben könyvelik el, így az alábbi, globális értékláncok szempontjából kulcsfontosságú kérdésekre változatlanul nem tudjuk a választ:

- Honnan származnak a termelőfelhasználásra szánt inputok? Bár a nemzetközi áru- és szolgáltatáskereskedelemmel foglalkozó statisztika több klasszifikációs nomenklatúra szerint is regisztrálja a külkereskedelmi forgalom jelentős részét, az iparstatisztika nincs összekötve a külkereskedelmi statisztikával.
- Mi történik az inputokkal, milyen átalakuláson mennek keresztül? Nincs világos kép arról, hogy a vállalat milyen változtatásokat végez el az alapanyagokon és félkésztermékeken, csupán a főtevékenység alapján lehet következtetni arra, hogy nagyjából milyen műveletek állhatnak a háttérben.

E két információ nélkül a GVC-ről alkotott kép egyáltalán nem teljes, annak ellenére, hogy a TiVA adatbázis kétségkívül az egyik legjelentősebb építőkockája a globális

értékláncok vizsgálatának. A statisztikai adatgyűjtés ezért korrekcióra szorul, aminek természetesen nem szabad úgy történnie, hogy a jelenleginél is jobban megterhelje a vállalati adatszolgáltatást. Meg kell jegyezni azonban, hogy a mai kor technológiája már lehetőséget ad arra, hogy egy termék életútját végig lehessen követni. A blockchain-alapú rendszerek lehetővé teszik, hogy a fizikai tranzakciókat csalásmentesen rögzítsék, és az információkat megosszák anélkül, hogy a rendszert egy központi statisztikai szerv felügyelné (Tröster, 2020). Az eljárás üzemeltetése költséghatékony, azonban a titkosítás miatt kérdéses, hogy kutatási célokra használható-e egyáltalán az adat (Goldstein & Newell, 2020). Egy esetleges kiterjesztett adatgyűjtésnek legalább a következő rekordokat kellene gyűjteni, hogy a GVC-ket nyomon lehessen követni:

- A partner TEÁOR kódja a nemzetközi kereskedelemben.
- A terméknomenklatúra használata számlázáskor (jelenleg csupán a megnevezés kötelező).
- Termelési statisztika, különösen annak megkülönböztetése, hogy a beszerzett árut hogyan használják fel, legalább beruházási cikk, félkész- és késztermék szinten (itt a blockchain-technológia segíthet).
- Az ÁFA visszatérítés összekötése a termelési és kereskedelmi adatokkal.

3.4 Összefoglalás és következtetések

Bár a globalizáció évtizedek óta tartó folyamat, a változásokkal a hivatalos statisztika nem tudott lépést tartani. A vállalatok nemzetköziesedése nyomán szövevényes tulajdonosi, kereskedelmi és tőketranzakciós hálózat épült ki, amelyben a cégek közötti viszony idővel egyre komplexebbé vált. Ezért a globális értékláncok kutatásait nem lehet kizárólag a hivatalos statisztikai adatokra alapozni, esettanulmányok illetve a nemzetközi input-output táblák segítségével lehet elemezni a kérdéskört. Ez a fejezet azt mutatta be, hogy milyen torzítások léphetnek fel a hivatalos statisztikai adatokban a megváltozott világgazdasági környezetben, és mindez miként formája át a globális értékláncokról kialakult képet.

A statisztikai adatgyűjtés szempontjából a legnagyobb probléma kétségkívül a tulajdonosi viszonyok átláthatatlansága. A rezidens vállalat alapú szemlélet, amely ahhoz az országhoz regisztrálja a termelést és a tranzakciókat, amelyben a cég be van jegyezve,

hamis illúziót kelt a gazdaságról, annak erejéről, és a rezidens vállalatok versenyképességéről. Felvetődik a kérdés, hogy mekkora hozzáadott érték rendelhető a valóságban egy tetszőlegesen kiválasztott egységhez (ország, térség, vállalat stb.), ha 100%-ban külföldi tulajdonban lévő leányvállalatok állítják elő az összes jövedelmet. Ebben az esetben a lokális egység ugyanis csupán a munkaerővel járult hozzá a termeléshez, minden mást az anyavállalat biztosított külföldi tőkebefektetések révén, így nem egyértelmű, hogy valójában melyik ország a keletkezett hozzáadott érték tulajdonosa. A GNI szempontú megközelítés alkalmazása kissé javít a helyzeten, azonban a torzítás mértéke így is nagy lehet.

A fejezetben bizonyítottuk, hogy a rezidens vállalatok tisztázatlan helyzete miatt olyan torzítások léphetnek fel a kereskedelmi és pénzügyi tranzakciók statisztikai regisztrációjában, amely a GDP szintjének becslésére is kihatással van. Egy fiktív, ám a valósághoz hasonlító, sőt azt még valamelyest le is egyszerűsítő példa alapján igazoltuk, hogy a globalizált értékláncok milyen statisztikai mutatókat térítenek el, és ehhez képest „mit lát” a nemzeti statisztikai hivatal. Ha a tulajdonosi viszony a vállalatok között egylépcsős (azaz egyértelműen lehatárolható az anya- és leányvállalat), akkor a helyes számbavétellel nincs különösebb gond. Egy többszereplős hálózatban a tranzakció valós tulajdonoshoz való hozzárendelése azonban már nem biztosított.

A statisztikai hivatalokkal szembeni kihívásokat tovább bonyolítja, hogy az értékláncokon belül új kereskedelmi és beszállítási formák jelentek meg, amelyek nyomon követése lényegében lehetetlen. A nemzetközi input-output táblák azzal, hogy a világot zárt rendszernek tekintik látszólag megoldást nyújtanak, azonban mivel ezek az adatbázisok is a hivatalos statisztikai adatgyűjtésen alapulnak, konzerválják azokat a torzításokat, amelyeket a statisztikák már az adatkör definiálásánál is tartalmaznak. Ennek ellenére a GVC-k makrogazdasági szempontú vizsgálatához jelenleg nincs jobb eszköze a tudománynak, miként az esettanulmányok adják a mikrogazdasági szempontú megközelítés egyetlen biztos alapját. Hiányzik azonban az a mezo-szint, amelyet a statisztikai hivatalok tudnának kialakítani.

A fejezet az uralkodó elméleti keretrendszerrel mutatta be, kiemelve annak gyengeségeit, azonban a hipotézisek helyességét csupán fiktív példa alapján keresztül tudta igazolni, így nem ismertek azok a torzítások, amelyeket a transznacionális vállalatok valójában okoznak. Bruner et al. (2018) az USA-ban bejegyzett multinacionális vállalatok (beleértve az országban üzemelő külföldi tulajdonú leányvállalatokat is)

jövedelemmozgásait vizsgálva arra a következtetésre jutottak, hogy az USA GDP-jének szintje 1,5%-kal magasabb lehet, mint a mért, miközben a beáramló tőke a valóságban 33,5%-kal alacsonyabb (mivel a valóságban amerikai vállalatok hazautalásairól van szó). Mindez felveti a kérdést, hogy ha egy nettó külföldi befektető országban ilyen mértékű torzítást okoz a globalizáció, akkor milyen hatása lehet egy olyan nettó FDI befogadó országban, mint Magyarország? Egy ilyen vizsgálat elvégzéséhez azonban a tranzakciók és vállalatok olyan globális adatbázisára lenne szükség, amely egyelőre sajnos nem áll rendelkezésre.

A hivatalos statisztika tehát jelentősen lemaradt a globalizáció követésében, ami erősen korlátozza a GVC-vel kapcsolatos kutatásokat is. A következő fejezetekben bemutatott módszerek azonban alkalmasak arra, hogy pontosítani lehessen az országok és ágazatok valós helyzetének feltárását az értékláncokon belül.

4. A globális értékláncokban keletkezett hozzáadott értékek mérési lehetőségei³⁸

A globális értékláncok mérhetőségére a 2010-es évek elején a nemzetközi input-output táblák megjelenése adott lehetőséget, amelyet a megváltozott nemzetközi kereskedelem mérési igénye hívott életre, mivel a bruttó elszámolású külkereskedelmi statisztika nem mutatja megfelelően az országok és vállalatok szerepét a globális gazdaságban. Mindez nem volt minden előzmény nélkül, hiszen az Ágazati Kapcsolatok Mérlege (ÁKM) alapú keretrendszer nemzetgazdasági szinten már jóval az ezredforduló előtt is elérhető volt, így az ágazatok országon belüli tranzakciói, hozzáadott érték áramlásai, kooperációi már ismertek voltak. Kísérleti jelleggel interregionális táblák is készültek, ezek azonban messze elmaradtak a globális lefedettségtől.

4.1 Az ÁKM elméleti háttere

A TiVA adatok előállításának előfeltétele a nemzetközi input-output (IO) táblák elérhetősége, amelynek elemzési keretrendszerét az orosz származású amerikai Wassily Leontief dolgozta ki az 1930-as évek végén, akinek munkáját 1973-ban Nobel-díjjal jutalmazták. Legegyszerűbb formájában az input-output modell a gazdaságot leíró lineáris egyenletrendszereknek felelnek meg. A modellek egy földrajzi régióra vagy régiókra terjednek ki és az ott helyileg folyó termelést veszik számba. A táblák a termékáramlást rögzítik az ágazatok között, valamint az ágazatok és a fogyasztók között. A következőkben Miller és Blair (2009) alapján röviden ismertetjük az ÁKM elméleti hátterét. Az alap input-output tábla az alábbi (11. táblázat):

³⁸ Ez a fejezet nagyban támaszkodik Vakhal (2016a, 2016b) korábbi munkáira.

11. táblázat: Input-Output tranzakciós táblázat

		Termelők, mint fogyasztók								Végső kereslet			
		Mezőgazdaság	Bányászat	Építőipar	Feldolgozóipar	Kereskedelem	Szállítás	Szolgáltatások	Egyéb	Magánfogyasztás	Magánberuházás	Közösségi fogyasztás	Nettó export
Termelők	Mezőgazdaság												
	Bányászat												
	Építőipar												
	Feldolgozóipar												
	Kereskedelem												
	Szállítás												
	Szolgáltatások												
	Egyéb												
Hozzáadott érték	Foglalkoztatottak	Foglalkoztatottak kompenzációja								GDP			
	Tőketulajdonosok	Profit-jellegű bevétel és tőkevásárlási engedmények											
	Kormányzat	Indirekt adók											

Forrás: Miller és Blair (2009) alapján saját szerkesztés

A tábla értelmezése a következő:

Sorok (*termelők*): az adott ágazat kibocsátásának eloszlása a gazdaságban.

Oszlopok (*termelők*): az adott ágazat termeléséhez szükséges input saját vagy más ágazatból.

Szürke cellák: ágazatközi kereskedelem.

Oszlopok (*végső kereslet*): az ágazatok kibocsátásának végső felhasználásra termelt része. A fogyasztók további átalakítást a terméken nem végeznek, azt teljes egészében elfogyasztják (vagyis nem termelő-felhasználás céljából vásárolnak).

Sorok (*hozzáadott érték*): termeléshez szükséges nem ipari inputok.

Legyen z_{ij} két ágazat (i és j) közötti tranzakció és tegyük fel, hogy a gazdaság n ágazatra osztható. Jelölje x_i az i ágazat teljes kibocsátását, valamint f_i az ágazat terméke iránti teljes végső keresletet. Ekkor az i ágazat teljes kibocsátása a következőképpen alakul:

$$x_i = \sum_{j=1}^n z_{ij} + f_i \quad (8)$$

A teljes gazdaság kibocsátása (beleértve $i=j$ esetet is) mátrixjelölésekkel megadható:

$$\mathbf{x} = \mathbf{Zi} + \mathbf{f} \quad (9)$$

Az i ágazat teljes végső kereslete megadható $f_i = c_i + i_i + g_i + e_i$, azaz a háztartások fogyasztása (c_i), a magánberuházások (i_i), a közösségi fogyasztás (g_i) és az (esetenként nettó) export (e_i) összegeként.

A hozzáadott érték sorban i ágazat által kifizetett munkabért jelölje l_i , míg az egyéb nem bér-jellegű ráfordítások és a profit összegét jelölje n_i . Az import jele i ágazatban egységesen m_i . Ekkor egy kétszektoros input-output mátrix a következőképpen fest (12. táblázat):

12. táblázat: Kétszektoros tranzakciós mátrix

		Feldolgozó ágazatok		Végső kereslet				Teljes kibocsátás
		I	II					
Feldolgozó ágazatok	I	z_{11}	z_{12}	c_1	i_1	g_1	e_1	x_1
	II	z_{21}	z_{22}	c_2	i_2	g_2	e_2	x_2
Kifizetések	Hozzáadott érték	l_1	l_2	l_C	l_I	l_G	l_E	L
		n_1	n_2	n_C	n_I	n_G	n_E	N
Import		m_1	m_2	m_C	m_I	m_G	m_E	M
Teljes ráfordítás		x_1	x_2	C	I	G	E	X

Forrás: Miller és Blair (2009) alapján saját szerkesztés

A következőkben bevezetjük a technológiai koefficiens, amelyet $a_{ij} = z_{ij}/x_j$ szerint definiálunk. Az index megmutatja, hogy j szektor kibocsátásában mekkora része van az i szektor által termelt inputoknak. A technikai koefficiensek az alapmodellben rögzítettek, azaz nem veszik figyelembe a méretgazdaságossági szempontokat, más szavakkal a skáláhozadékon konstans. A technológiai koefficiens segítségével definiálható a termelési célfüggvény:

$$x_i = \min_{j=1, \dots, n} \left(\frac{z_{nj}}{a_{nj}} \right) \quad (10)$$

A termelési célfüggvény alapjául szolgáló termelési függvény alakja többféle lehet. Az IO módszertanban, különösen a rövid távra szóló hatáselemzésekben előnyös lehet az Leontief-féle termelési függvény alkalmazása, mivel így értékelhetők a rövid távú kockázatok a rendszerben.

Kihasználva a technológiai koefficiens definícióját, felírható a teljes kibocsátás függvénye, valamint abból kifejezhető a végső kereslet:

$$x_n = a_{n1}x_1 + \dots + a_{ni}x_i + \dots + a_{nn}x_n + f_n \quad (11)$$

$$x_n - a_{n1}x_1 - \dots - a_{ni}x_i - \dots - a_{nn}x_n = f_n \quad (12)$$

$$-a_{n1}x_1 - \dots - a_{ni}x_i - \dots + (1 - a_{nn})x_n = f_n \quad (13)$$

Ezek az összefüggések mátrix alakba rendezhetők, ahol $\hat{\mathbf{x}}$ a következő diagonális mátrixot jelöli:

$$\hat{\mathbf{x}} = \begin{bmatrix} x_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & x_n \end{bmatrix} \quad (14)$$

Felhasználva, hogy $(\hat{\mathbf{x}})(\hat{\mathbf{x}})^{-1} = \mathbf{I}$ kapjuk, hogy $\hat{\mathbf{x}}^{-1} = \begin{bmatrix} 1/x_1 & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & 1/x_n \end{bmatrix}$. Ha \mathbf{Z} tranzakciós mátrixot jobbról $(\hat{\mathbf{x}})^{-1}$ -val szorozzuk, akkor pontosan \mathbf{A} technológiai koefficienseket tartalmazó mátrixot kapjuk:

$$\mathbf{A} = \mathbf{Z}(\hat{\mathbf{x}})^{-1} \quad (15)$$

A kibocsátási függvény pedig mátrix alakban az $\mathbf{x} = \mathbf{Ax} + \mathbf{f}$ formában írható fel.

Ebből $(\mathbf{I} - \mathbf{A})\mathbf{x} = \mathbf{f}$ alakban a végső kereslet is kifejezhető. Megjegyezzük azonban, hogy egyértelmű megoldás csak akkor és csakis akkor található, ha $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}$ létezik, azaz $|\mathbf{I} - \mathbf{A}| \neq 0$. Ha az inverz létezik, akkor az egyenletrendszernek van megoldása, ami a következőképpen írható fel:

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{f} = \mathbf{L}\mathbf{f} \quad (16)$$

ahol, $(\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1} = \mathbf{L} = [l_{ij}]$ más néven Leontief-inverz.

A fent bemutatott modell csupán egy régiót tud kezelni, így rendszerint az egész nemzetgazdaság leírható vele. Ez azonban azt is jelenti, hogy a vizsgálat tárgyát képező területi egység nem csatlakoztatható egyetlen más régióhoz sem, vagyis az interregionális folyamatok nem kutathatók, mivel a régióközi vizsgálatok egyaránt megkövetelik a régió belüli, valamint a régió kívüli tranzakciós mátrixok meglétét.

Vizsgáljuk meg most a következő kétrégiós esetet. Jelölje r és s a két régiót, és továbbra is i valamint j az ágazatközi tranzakciót (ami továbbra is \mathbf{Z}). Ekkor egy-, kettő- és háromágazatos tranzakciós mátrix a következőképpen írható fel (13. táblázat):

13. táblázat: Ágazatközi, interregionális tranzakciós tábla

Eladó		Vevő				
		Régió r			Régió s	
		1	2	3	1	2
Régió r	1	z_{11}^{rr}	z_{12}^{rr}	z_{13}^{rr}	z_{11}^{rs}	z_{12}^{rs}
	2	z_{21}^{rr}	z_{22}^{rr}	z_{23}^{rr}	z_{21}^{rs}	z_{22}^{rs}
	3	z_{31}^{rr}	z_{32}^{rr}	z_{33}^{rr}	z_{31}^{rs}	z_{32}^{rs}
Régió s	1	z_{11}^{sr}	z_{12}^{sr}	z_{13}^{sr}	z_{11}^{ss}	z_{12}^{ss}
	2	z_{21}^{sr}	z_{22}^{sr}	z_{23}^{sr}	z_{21}^{ss}	z_{22}^{ss}

Forrás: Miller és Blair (2009) alapján saját szerkesztés

A vizsgálat központjában a Z^{rs} és a Z^{sr} tranzakciók állnak, amelyek egyik régió számára az termelőfelhasználású exportot, a másik régió számára a termelőfelhasználású importot jelentik. Az első ágazat kibocsátása a következőképpen bontható fel:

(17)

$$x_1^r = z_{11}^{rr} + z_{12}^{rr} + z_{13}^{rr} + z_{11}^{rs} + z_{12}^{rs} + f_1^r + e_1$$

Régión belüli
kereskedelem

Interregionális
kereskedelem

Régión belüli végső
fogyasztásra való termelés

A technológiai koefficiensek, valamint a termelési függvények a továbbiakban előállíthatók az egyrégiós eset analógiája alapján, továbbá a modell n régióra is kiterjeszthető, amennyiben a szükséges adatok, tároló és számítókapacitás rendelkezésre áll.

4.2 Nemzetközi input-output táblák

A világon több szervezet is közöl nemzetközi IO táblákat, amelyek előállítási módszertana a különböző nemzeti ÁKM-ek harmonizálásából és összekapcsolásából áll. Bár léteznek ajánlások (United Nations, 1999) a nemzetgazdasági IO adattáblák összeállítására vonatkozóan, csupán kevés országban készülnek rendszeres periodicitással ÁKM-ek, amelyek önmagukban kompatibilitási okok miatt bizonyosan nem összeilleszthetők (Inklaar et al., 2007). A nemzetközi táblák összekapcsolása tehát nem közvetlenül, hanem becslés útján lehetséges akkor, ha a vizsgált régióra, mint egységre is léteznek elérhető adatok, amelyek segítségével az IO táblák peremei (oszlop- és sorösszegei) megadhatók, így a modell kerete lezárható, a belső cellák értékei pedig egy optimalizációs algoritmus segítségével becsülhetők (lásd bővebben az 8. fejezetet). Mivel nem létezik olyan univerzálisan elérhető nemzetközi adatbázis, amely hivatalos

adatokat tudna szolgáltatni, számos nemzetközi multiregionális (MRIO) adattábla elérhető. Ezekről összefoglalóan Gáspár és Koppány (2020) ad átfogó áttekintést (14. táblázat).

14. táblázat: Az elérhető nemzetközi IO adatbázisok listája

Adatbázis	Intézmény	Országok száma	Regionális lefedettség	Ágazatok száma	Elérhetőség
WIOD, WIOT	EU	43	OECD + fejlett országok	56	Éves
ICIO	OECD	64	OECD + nagy volumenű világgazdasági szereplők	36	Éves
EXIOBASE	EU (finanszírozás)	44	OECD	163	Időszaki
Eora	Syney-i Egyetem	189	globális	26	Éves
GTAP	Purdue Egyetem	121	globális	65	Időszaki
FIGARO	EU	29	EU + USA	64	Éves
ADB MRIO	Ázsiai Fejlesztési Bank	62	Ázsia	35	Időszaki
AIOT	IDE-JETRO (Japán)	17	Ázsia	76	Időszaki
South-American IO tables	ECLAC-IPEA	10	Dél-Amerika	40	Időszaki
Project Réunion	Global MRIO Lab	220	globális	6357	Éves
UIBE-GVC	UIBE	44	OECD + nagy volumenű világgazdasági szereplők	56	Éves

Forrás: Gáspár és Koppány (2020), saját gyűjtés

Annak ellenére azonban, hogy az adatbázisok azonos jelenséget mérnek, a belőlük származó eredmények akár jelentősen el is térhetnek. Owen et al. (2014) több MRIO adatbázist hasonlított össze, és arra jutott, hogy a végső felhasználási adatokban, valamint a Leontief-inverzben tapasztalható eltérések miatt az adatbázisokból származtatott mutatók között számottevő az eltérés. Hasonló megállapításokra jutott Arto et al. (2014), valamint Czako és Vakhal (2020), mikor igazolták, hogy a hagyományos GVC-vel kapcsolatos mutatók (lásd később) között az Eora és az ICIO adatbázisok összehasonlításakor jelentős torzítás tapasztalható. Általánosságban a kisebb országok esetében az Eora esetében a becslések értéke jóval kisebb, mint ugyanannak a mutatónak az ICIO adatbázisból származó változatában. Giljum et al. (2019) az EXIOBASE, Eora valamint ICIO adatbázisok esetében azt tapasztalta, hogy 15%-os a relatív szórás a származtatott mutatókban (hasonló eredményre jutott Hambye et al. (2018) is), aminek 60%-a az értékláncok alsó szakaszaihoz (tehát a nyersanyag beszállítókhoz) köthető, ami erős függőségre utal a technológiai mátrix egyes blokkjaiban.

Itt érdemes pár szóban kitérni a UIBE által kifejlesztett adatbázisra, amely az eddigi adatbázisoktól eltérően egy újfajta módszertannal alakított ki GVC indikátorokat. Ennek

lényege, hogy a gyakorlatban rendkívül nehéz, hanem lehetetlen, csupán a kereskedelmi és ipari statisztika alapján becslést adni arra, hogy a termelés mekkora része lesz export, és mekkora hányada lesz belföldön felhasználva. Ezért Wang et al. (2017) egy olyan eljárást dolgozott ki, amely a hozzáadott érték forrására, a termeléshez felhasznált tényezőkre (föld, munkaerő és tőke) helyezi a hangsúlyt, mivel ezek sokkal könnyebben mérhetők, nyomon követhetők magukból a gazdaság nemzeti számláiból. Az indikátorokhoz felhasználták még a nemzeti IO táblákat, a nemzetközi áramlásokhoz pedig elsősorban a WIOT adatbázisát. Az így készült adatok, mivel a nemzeti számlákon alapulnak, hitelesebbnek tekinthetők, azonban így is tartalmazznak becsléseket.

Mivel az adatbázisok komplex optimalizációs algoritmusok segítségével készülnek, ezért természetüknél jelentős bizonytalanságot is tartalmaznak a becslések. A fentebb bemutatott adatbázisok közül azonban egyedül az Eora adatbázis közli a becslések jóságát megmutató variancia adatokat. Mivel a többi MRIO tábla esetében ezek nem ismertek, így a megbízhatóságuk is bizonytalan. Ebből a megfontolásból a Lenzen et al. (2013) által készített **Eora adatbázis** képezi az értekezés kvantitatív eredményeinek adatbázisát. Ennek természetesen hátrányai is vannak, amelyek azonban bármely fentebb említett adatbázisra igazak lennének:

- Az adatok folyó áron 1000 dollárban vannak megadva, változatlan áras változat a rendelkezésre álló adatokból nem állítható elő. A Timmer et al. (2015) nevével fémjelzett WIOD adatbázis ugyan tartalmaz előző éves áron mért adatokat, ennek az adatbázisnak a földrajzi lefedettsége azonban csekély mértékű az Eora táblákhoz képest. Az árváltozások torzító hatása kiküszöbölhető idősoros összehasonlítások esetén, amennyiben a mennyiségeket indexáljuk a tárgyévi GDP-vel, vagy egyéb makropénzügyi változóval.
- Mivel az optimalizáló algoritmus hiba mellett készíti el a becslést, ezért aránylag az a bruttó szemléletű kibocsátási mennyiség, amit az algoritmus nem tudott szétosztani az országok között. Ezért bár majdnem minden ország szerepel az Eora adatbázisban, létezik még egy RoW kategória is, mintegy „segédországgént” (iparágak nélkül), amely a meg nem magyarázott hibatagokat összesíti, amellyel minden ország kereskedik, vagyis a hiba egyfajta proxy változóként vissza lett építve a modellbe. A vizsgálatokban ez a kategória nincs figyelembe véve.

4.3 A hozzáadott érték kereskedelem adatok módszertani háttere

Ez az alfejezet áttekintést ad a legfontosabb GVC-vel kapcsolatos mutatókról, és magyarázattal látja el azokat. Fontos felhívni a figyelmet arra, hogy a bemutatott indikátorok helyes értelmezése elengedhetetlen ahhoz, hogy egy ország vagy ágazat GVC-ben betöltött szerepét értékelni lehessen. Ki kell emelni továbbá, hogy az MRIO adatbázisok olyan feltételezéseken alapulnak, amelyek teljesülése minimum kétséges, azonban semmilyen formában nem ellenőrizhetők (Sturgeon, 2015):

- A technológiai koefficiensek a gazdaságban konstansak, azaz vállalatonként nem eltérők méret, tevékenység és lokáció szerint. Ez ellentmond a krugman-i kereskedelemelméletnek (Helpman & Krugman, 1985).
- A modell nem tesz különbséget a termékek jellege (késztermék vagy félkésztermék) és piaca között (export vagy belföldi felhasználás).

Mindezek egyik következménye, hogy a tranzakciós mátrixban szereplő adatok rendszerint inkonzisztensek a bilaterális kereskedelmi statisztikával.

A bruttó bilaterális statisztika valamint a hozzáadott érték alapon számolt kereskedelem egyik jól ismert anomáliájának feltárása Johnson és Noguera (2012) nevéhez fűződik, akik a későbbiekben bemutatandó TiVA statisztika keretrendszerét is kidolgozták. Említett tanulmányukban igazolták, hogy a hozzáadott érték alapon számolt külkereskedelmi deficit az USA és Kína között 30%-kal alacsonyabb, mint a bruttó alapon számolt.

Mutatók ismertetése

Alapmutatók

Direkt közbenső import: az exportőr által közvetlenül külföldről termelő-felhasználásra beszerzett közbenső termékek.

Indirekt import: az termelő által belföldről beszerzett, ám a beszállító által külföldről vásárolt, majd feldolgozott termékek. Itt megjegyezzük, hogy a kategória nem azonos a re-importtal.

Export import tartalma: direkt + indirekt import. Az értékláncok tehát figyelembe veszik a teljes beföldi szegmens importkeresletét, ezáltal kiszűrhető a közvetítők szerepe is. Érdemes figyelembe venni, hogy ha a termékeket végül exportálják, akkor az indirekt importőr egyben indirekt exportőrré is válik, mivel az általa feldolgozott, de belföldön értékesített termék végül kikerül az országból.

Felhasználva az input-output modellek módszertanát az export importtartalma a következőképpen definiálható:

$$\text{Az export importtartalma} = m * (I - A)^{-1} * e \quad (18)$$

ahol,

m : a kibocsátás importtartalma az adott ágazatban.

e : a teljes export az adott ágazatban.

A : technológiai koefficiensek mátrixa.

Mindezek szükségesek ahhoz, hogy egy adott ország másik országgal történő hozzáadott érték kereskedelmét becsülni tudjuk. A hozzáadott érték ez alapján a következőképpen számítható:

$$VA_k = \sum_i v_i^k * l_{(kn+i)(kn+j)} \quad (19)$$

ahol,

v_i^k : i ágazat által termelt direkt hozzáadott érték k országban.

l : Leontief-inverz mátrix egyes elemei.

n : iparágak száma.

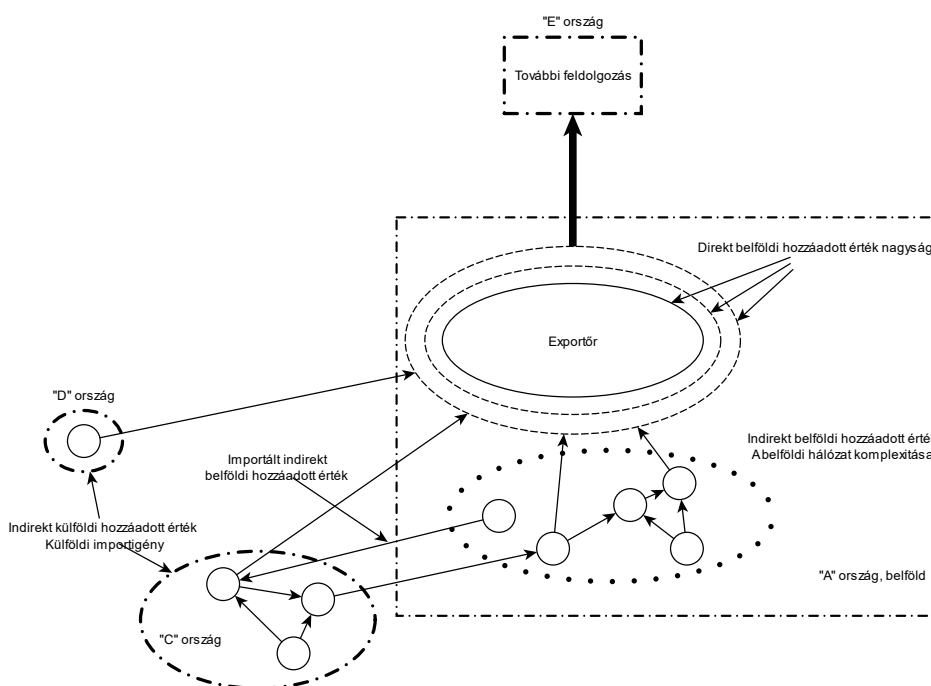
Ezután az export értéke felbontható az alábbiak szerint:

- **Direkt belföldi hozzáadott érték:** az ágazat által termelt saját hozzáadott érték. Ennek forrása lehet a termelésben végzett értéknövelő üzemi tevékenység, vagy saját termelésű beruházás (például épület építése). Ez a mutató elsősorban azt mutatja meg, hogy a helyben végzett termelésnek mekkora a jelentősége. Minél nagyobb ez az érték annál nagyobb szerepe van a hazai termelőbázisnak az értékláncban.
- **Indirekt belföldi hozzáadott érték:** az ágazat által felhasznált, de más belföldi ágazat által termelt saját hozzáadott érték. Az ágazatok közötti kapcsolatrendszer mélységét mutatja. Minél több ágazat vesz részt a termelésben, akár csak az indirekt módon az értéklánchoz csatlakozó vállalatok esetében, annál összetettebb a termelés. Vegyük észre, hogy ebben az indirekt hozzáadott értéket beszállító vállalat közvetlenül nem, csak közvetve exportál. Ez kulcsfontosságú mozzanat a vállalatoknál, mivel így végbemegy az export nélküli nemzetköziesedése. Az indirekt belföldi hozzáadott érték nagysága tehát a belföldi kapcsolati háló sokszínűségére utal.

- **Indirekt importált hozzáadott érték:** külföldi ágazat által előállított hozzáadott érték. Az indikátor arról ad tájékoztatást, hogy mennyire van rászorulva az ágazat más országok által megtermelt hozzáadott értékre. Ezzel az értékláncban való elhelyezkedésre is következtetni lehet. Az export arányában magas indirekt import arra utal, hogy az ágazat közel van a készterméket előállító utolsó láncszemhez.
- **Importált indirekt belföldi hozzáadott érték:** külföldi ágazattól importált, saját belföldi hozzáadott értéket is tartalmazó termék értéke. Megmutatja, hogy mekkora a visszacsatolás mértéke, hiszen az országba visszaérkező importált belföldi hozzáadott érték így kifejti multiplikátor hatását.

A fenti fogalmakat foglalja össze 8. ábra:

8. ábra: Az értékhálózatban lévő hozzáadott érték csatornák



Forrás: saját szerkesztés

A következőkben bemutatjuk a leggyakrabban alkalmazott TiVA mutatókat, és azok értelmezését. Az indikátorok többsége az értékláncokba való integrációt hivatott mérni különböző aspektusokból, azonban gyakran más jelentőséget is tulajdonítanak neki mind a kutatók, mind a szakpolitikusok. Ezek közül külön kiemelandó a versenyképességi értelmezés, amely azonban gyakran nem egyértelmű, és félreértéseket szülhet. Természetesen minden exportsiker értelmezhető egyfajta versenyképességi sikerként is, ennek feltétele azonban a magas hozzáadott érték tartalom. Ennek megítélése azonban

korántsem egyértelmű, mivel az export-arányos előállított hozzáadott érték tartalom szintje számos tényezőtől függhet, amelyek még egy magas aránnyal rendelkező ágazatot is értékelhetnek kevésbé versenyképesnek, vagy fordítva. Az értékláncokban való elhelyezkedés, és az ott elért sikerek csupán egy szelete a nemzetgazdasági versenyképességnek, mivel ehhez olyan elengedhetetlenül fontos tényezők is hozzátartoznak, mint például az intézményi háttér, a humán fejlettség vagy az egészségügy (Palócz & Vakhal, 2018a). Ezeket a faktorok azonban most nem vizsgáljuk, így csupán a nyers versenyképességi értelmezésre térünk ki.

Hozzáadott érték részesedése a bruttó kibocsátásból

Bontás: országok és iparágak

Ár: FOB

Definíció: megmutatja, hogy c ország i ágazatának teljes kibocsátásából mekkora részt képvisel az i ágazat által hozzáadott érték.

$$PROD_VASH_{c,i} = \frac{VALU_{c,i}}{PROD_{c,i}} \quad (20)$$

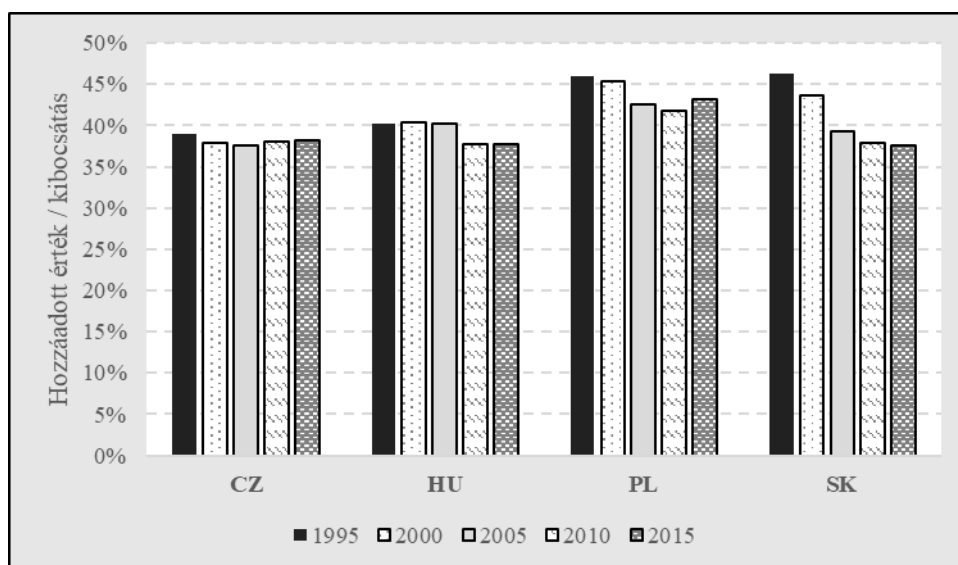
ahol,

$VALU_{c,i}$: c ország i ágazata által előállított hozzáadott érték

$PROD_{c,i}$: c ország i ágazata által termelt teljes kibocsátás

A mutató az ágazat vállalatai által végzett tevékenység jelentőségét mutatja meg, azt, hogy a működés mekkora részben támaszkodik a hazai erőforrásokra, növelve ezzel a GDP-t. Általánosságban elmondható, hogy a nagyobb érték a kedvezőbb, ugyanakkor félrevezető lehet úgy értékelni, hogy a magasabb $PROD_VASH$ szint versenyképesebb iparágat / gazdaságot takar, ugyanis a termék komplexitása erősen dominál ebben az indikátorban. Az egyszerűbb, sok inputot nem igénylő ágazatok esetében (például szolgáltatások) a termelő által előállított hozzáadott érték aránya igen nagy lehet. Minél bonyolultabb azonban a termék, annál több olyan inputra van szüksége, amelyet nem feltétlenül tud önmaga előállítani, így azt partnervállalatoktól szerzi be. Paradox módon tehát éppen az alacsony szint utal értékláncba való integrálódásra, és semmiképpen sem arra, hogy az ágazat kevésbé versenyképes.

9. ábra: A hozzáadott érték részesedésének változása a kibocsátásban 1995 és 2015 között a visegrádi országokban



Forrás: Eora adatok alapján saját számítás

Az 9. ábra arról árulkodik, hogy Szlovákia van rászorulva leginkább külföldi inputokra, míg Lengyelország a legkevésbé. Ez utóbbi esetében azonban figyelembe kell vennünk a belföldi piac méretét, amelynek ellátása (lengyel termékekkel) szélesebb és mélyebb hazai bázist igényel, míg a szlovák termelést elsősorban nem a szlovák fogyasztók vásárolják fel. Északi szomszédunk tehát feltehetően jobban van integrálódva az értékláncba, mint Magyarország. Igaz ugyan, hogy a Szlovákia így versenyképesebbnek *tűnik*, azonban Magyarországon és Lengyelországban a belföldi piacnak való nagyobb kitettség csökkenti a kockázatokat, ami szintén tekinthető versenyképességi tényezőnek.

A bruttó export hazai hozzáadott érték tartalma

Bontás: országok és iparágak

Ár: alapár

Definíció: a mutató magában foglalja c ország i ágazata által p országba történő export termék vagy szolgáltatás gyártásakor megtermelt hozzáadott értéket, valamint c országban tevékenykedő j ágazat(ok) ($i \neq j$) beszállítói által megtermelt hozzáadott értéket.

$$EXGR_DVA_{c,p,i} = V_c B_{c,c} EXGR_{c,p,i} \quad (21)$$

ahol,

$V_c = \frac{VALU_c}{PROD_c}$, azaz c ország által megtermelt hozzáadott értékének részesedése a kibocsátásból.

$B_{c,c}$: c országhoz tartozó Leontief-inverz.

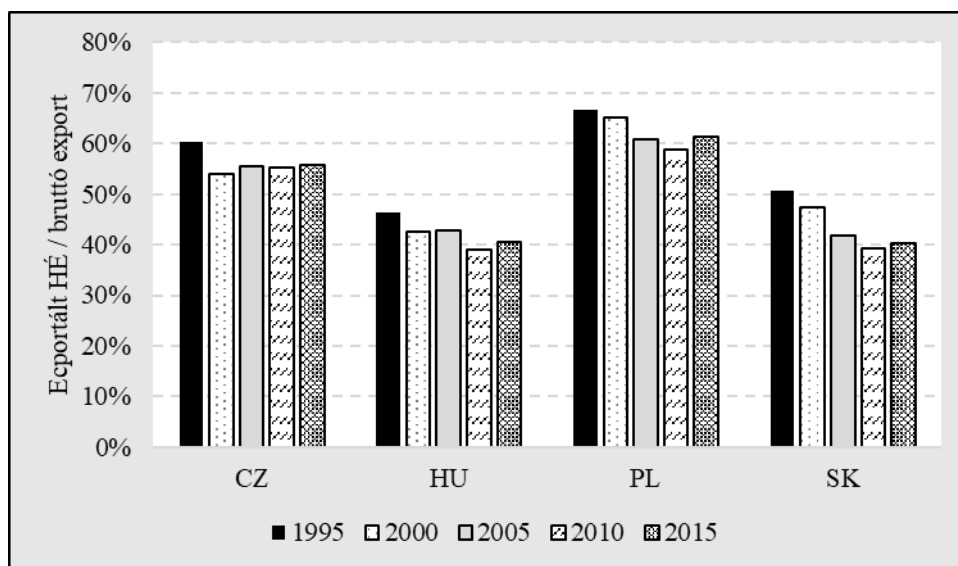
$EXGR_{c,p,i}$: termékek szolgáltatások bruttó exportja c ország, i iparágából, p országba.

A DVA érték, amelyet jellemzően a bruttó export arányában szoktak kifejezni a hozzáadott érték kereskedelem legfőbb mutatója, ennek alapján szokták magyarázni az értékláncban betöltött pozíciót: előre irányuló (*forward*) és visszafelé irányuló (*backward*) elhelyezkedést különböztetünk meg aszerint, hogy az adott ágazat milyen mértékben támaszkodik a külföldi inputokra. A nyersanyagokban gazdag országok részvétele legtöbbször előre irányuló, mivel az általuk exportált alapanyagok beépülnek más országok kivitelébe. Ezzel szemben a nyersanyagban szegény országok ágazatai kénytelenek az importra támaszkodni, így a részvételük inkább visszafelé irányuló. A DVA tehát a GVC beágyazottságot mutatja meg, azonban ebben az esetben is erős az iparág jellegének a hatása, továbbá jelentős a termékszerkezettől való függés. Bár a mutató értelmezhető lehet úgy is, mint egyfajta exportpiaci sikerességet mérő versenyképességi mutató, azonban ez egy félrevezető nézet.

Míg a hozzáadott érték valóban függ az ágazat termelékenységtől, azonban a bruttó export nagysága ettől független. Ez utóbbi szintje az értékláncon belül elsősorban azt tükrözi, hogy a termelési folyamatnak mely szekvenciájában van a vállalat. Felidézve az 5. ábrán bemutatott mudambi-féle konvex görbét, amely a termelési szakasz és a hozzáadott érték összefüggését mutatta be, ismert, hogy minél közelebb van a vállalat a fogyasztóhoz, illetve a tervezést magába foglaló kezdeti szakaszhoz annál magasabb az exportált hozzáadott érték abszolút szintje. A bruttó export értéke azonban megváltozik ez idő közben, ami elinflálja a megtermelt hozzáadott érték jelentőségét a szakasz végén, és felerősíti a szakasz elején. A termelési szakasz kiszűrése azonban egyfajta termelékenységi mutatóvá egyszerűsíti a DVA jelentőségét – ami szinten nem versenyképességi indikátor (lásd 7. fejezet).

A DVA a hazai bázisra való támaszkodást mutatja, ezért inkább értékelhető feltárult komparatív előnynek, mintsem versenyképességi mutatónak. A versenyképességre társadalmi jólétre gyakorolt hatásának szempontjából a magas hozzáadott értékű termelés a kívánatos, aminek egyáltalán nem feltétele, hogy magas bruttó export arányában kifejezett DVA.

10. ábra: Az exportált hazai hozzáadott érték (DVA) a bruttó export arányában a visegrádi országokban 1995 és 2004 között



Forrás: Eora adatok alapján saját szerkesztés

Feltételezve, hogy a V4-országok termékszerkezete közel azonos, a 10. ábra arra enged következtetni, hogy a környező országok jelentősége a regionális értékláncban nagyobb, mint a magyar vállalatoké. Az export arányos DVA csökkenése azonban inkább az értékláncok kiszélesedését jelenti, amelynek során egyre több termelő kapcsolódott be a nemzetközi munkamegosztásba. A termelés a 2000-es évektől fragmentálódott, majd a világgazdasági válság után ez a folyamat lassulni, sőt megállni látszik, így a DVA/export arány csökkenése is megállt a régióban. A DVA arányának csökkenése nem regionális, hanem globális folyamat, amely elsősorban a felzárkózó országok feldolgozóiparát érinti (Johnson & Noguera, 2017).

Indirekt belföldi hozzáadott érték a bruttó exportban

Bontás: országok

Ár: alapár

Definíció: c ország által közvetett módon belföldön megtermelt hozzáadott érték c ország bruttó exportjában.

$$EXGR_IDC_c = \hat{V}_c \text{offdiag} B_c EXGR_c \quad (22)$$

ahol,

$\hat{V}_c = \frac{VALU_c}{PROD_c}$, azaz c ország által megtermelt hozzáadott értékének részesedése a kibocsátásból, mátrix alakban, ahol a diagonálison vannak az értékek.

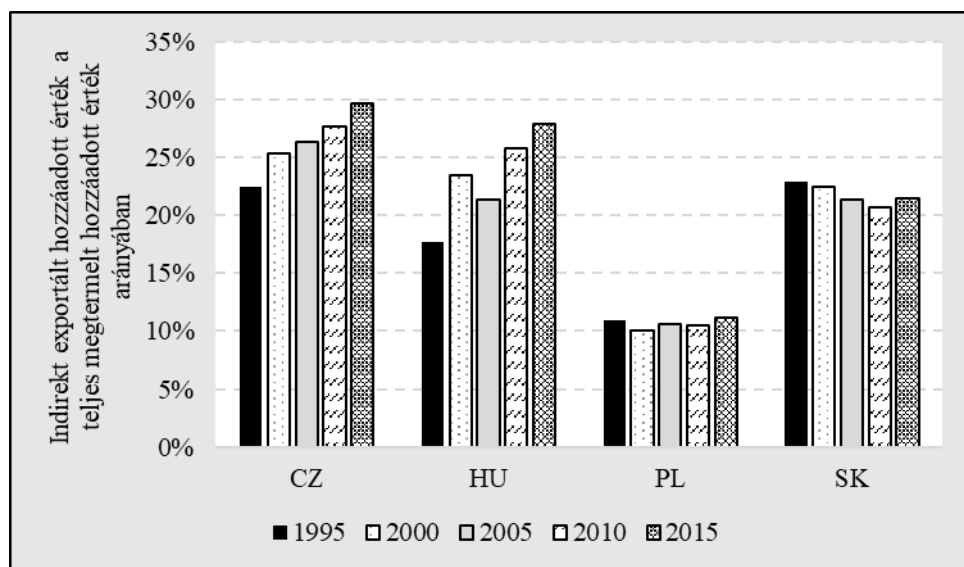
$B_{c,c}$: c országhoz tartozó Leontief-inverz.

$EXGR_c$: termékek és szolgáltatások bruttó exportja c országban.

Magyarázat: az indikátor az indirekt módon megtermelt hozzáadott érték mértékét mutatja a bruttó exportban nem bilaterális, hanem globális hatásokat figyelembe véve. Miként korábban ismertettük, az indirekt hazai hozzáadott érték a belföldi termelői bázis szélességét mutatja meg. Az indirekt láncban résztvevő vállalatok közvetlenül nem exportálnak, így vállalati mérlegadataikból nem is derül ki, hogy kapcsolódnának egy értéklánchoz, holott közvetetten részei nekik. Ez a mutató sem értelmezhető versenyképességi indikátorként, hiszen abszolút értéke erősen korrelálhat a vállalatok számával.

Érdemesebb tehát a teljes kibocsátással vagy a teljes hozzáadott értékkel deflálni. Megjegyezzük, hogy az exportált hozzáadott értékkel való indexálás ez esetben kevésbé célravezető, mivel olyan hányadosról van szó, amelyben a számláló és a nevező közötti korreláció nagyon magas, hiszen értelemszerűen lineáris függvénykapcsolat áll fenn.

11. ábra: Az indirekt exportált hozzáadott érték az összes megtermelt hozzáadott érték arányában a visegrádi országokban 1995 és 2015 között



Forrás: Eora adatok alapján saját számítás

A fenti 11. ábra jól mutatja, hogy az értékláncba való lassú integrálódás milyen hatással volt a belföldi termelői hálózatra. Csehországban és Magyarországon ki tudott alakulni egy olyan rezidens vállalati kör, amely közvetett módon exportórré tudott válni. Szlovákia esete érdekes, mivel az indirekt hozzáadott érték arány folyamatos csökkenése

arra is utalhat, hogy a közvetett módon exportáló vállalatok idővel maguk is exportőrré váltak, azonban a DVA/bruttó export arány bemutató 10. ábra arra enged következtetni, hogy ez nem így történt. Sokkal nagyobb annak a valószínűsége, hogy a korábban közvetetten exportáló szlovák vállalatok egyszerűen kiestek a termelési láncból, és helyüket importtal pótolták. Magyarországon az érték ingadozása a beszállítói pozíció stabilitásának hiányára enged következtetni. Kiemelve a 2005-ös évet, a csökkenés összefüggésbe hozható a korábbi évek jelentős béremelkedésével, amely átmenetileg „kilökhette” a magyar beszállítókat a közvetett nemzetközi értékláncból. Később azonban a bérekben megmutatkozó komparatív előny visszatért, ami újra lehetővé tette a magyar vállalatoknak a bekapcsolódást. Ugyanakkor mindez egy évtizedbe került.

Re-importált belföldi hozzáadott érték a bruttó exportban

Bontás: országok

Ár: alapár

Definíció: c ország által termelt hozzáadott érték, amelyet előbb p országba exportáltak, c ország visszaimportált.

$$EXGR_RIM_c = \hat{V}_c B_{c,c} EXGR_c - EXGR_DDC_c - EXGR_IDC_c \quad (22)$$

ahol,

$\hat{V}_c = \frac{VALU_c}{PROD_c}$, azaz c ország által megtermelt hozzáadott értékének részesedése a kibocsátásból, mátrix alakban, ahol a diagonálison vannak az értékek.

$B_{c,c}$: c országhoz tartozó Leontief-inverz.

$EXGR_c$: termékek és szolgáltatások bruttó exportja c országban.

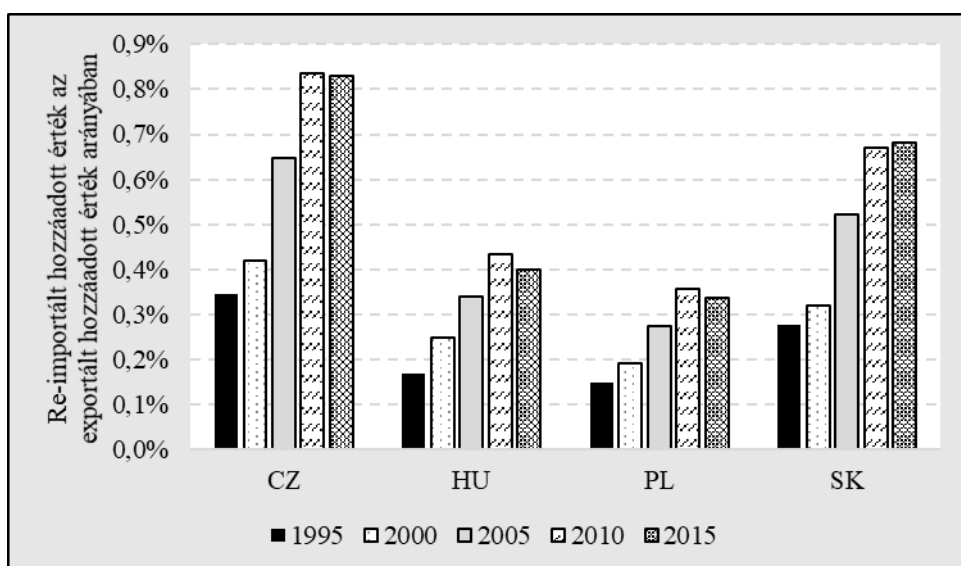
$EXGR_DDC_c$: direkt belföldi hozzáadott érték c országban.

$EXGR_IDC_c$: indirekt belföldi hozzáadott érték c országban.

Magyarázat: a mutató a globális hatásokat figyelembe véve mutatja, hogy mekkora az ország visszacsatolási hatása a világkereskedelemben. Ez az indikátor egyfajta fejlettséget jelez az értékláncban; minél közelebb van a vállalat az értéklánc két széléhez, annál nagyobb saját hozzáadott értéket tud saját magához visszaimportálni, vagyis annál inkább valószínűbb, hogy magasabb termelési funkciót is ellát. Ez elsősorban a márkatulajdonosok privilégiuma, akik az alacsony hozzáadott értékű termelést alacsonyabb bérköltségű országokban végzik, ám a magasabb termelékenységet igénylő funkciókat saját magukhoz rendelik. A mutató értéke erősen függ a hazai piac méretétől,

illetve attól, hogy mekkora a termékek globális kereslete. Versenyképességi mutató szempontjából gyenge, mivel a külkereskedelmi háromszögügyletek elterjedése óta a termékeket jellemzően már nem szállítják vissza a márkatulajdonos országába, hanem a késztermék előállításának helyéről egyből a fogyasztási piacra szállítják. A márkatulajdonos anyavállalat természetesen részesül profitból azonban ehhez nem tartozik külkereskedelem, csupán tőkeáramlás, ami a bruttó exportban nem jelenik meg. A mutató tehát pont az értéklánc két szélén lévő vállalatcsoportot nem ragadja meg, csupán a félkész termékek áramlására lát rá, azonban a gyártás éppen a legkisebb hozzáadott értéket állítja elő. Érdekes az exportált hozzáadott értékkel indexálni, ez ugyanis jobban megmutatja, hogy mekkora rész érkezik vissza.

12. ábra: A re-importált hazai hozzáadott érték az exportált hozzáadott érték százalékában a visegrádi országokban 1995 és 2004 között



Forrás: Eora adatok alapján saját számítás

A fenti 12. ábrán látható, hogy a re-importált hazai hozzáadott érték nagysága minden tekintetben elég csekély mértékű a térségben, vagyis a közép- és kelet európai országokba jellemzően nem térnek már vissza az értékláncokban előállított termékek további feldolgozásra. Kifejezetten Magyarország és Lengyelország esetében kirívók az arányok, ami egyértelműen arra utal, hogy a vállalatok az ellátott termelési funkción kívül már semmilyen magasabb szintű folyamatban nem vesznek részt.

Belföldi hozzáadott érték a külföldi végső keresletben

Bontás: országok

Ár: alapár

Definíció: c ország belföldi hozzáadott értékben mért részesedése p ország végső keresletéből.

$$FFD_DVA_{c,p} = (\hat{V} B FD)_{c,p} \quad (23)$$

ahol,

$V_c = \frac{VALU_c}{PROD_c}$, azaz c ország által megtermelt hozzáadott értékének részesedése a kibocsátásból.

$B_{c,c}$: c országhoz tartozó Leontief-inverz.

FD: a globális végső kereslet mátrixa.

A fenti mutató közepesen kapcsolódik a versenyképességhez, mert azt mutatja meg, hogy a vizsgált ország által megtermelt hozzáadott érték hogyan oszlik el a partnerországok végső keresletében. Minél nagyobb az értéke, annál jobban be van ágyazva a kibocsátó ország a fogadó ország keresletébe, ami a valós piaci részesedést jelenti. A gazdaságok eltérő mérete miatt csak a valós versenytársakkal való összehasonlítás értelmes. A következő 15. táblázat a V4-országok részesedését mutatja a számukra 5 legfontosabb partner végső keresletében:

**15. táblázat: A V4-országok részesedése a partnerországok végső keresletében
2015-ben (top5)**

Rangsor	Csehország	%	Magyarország	%	Lengyelország	%	Szlovákia	%
1	Szlovákia	11,5	Szlovákia	2,8	Szlovákia	6,3	Csehország	6,7
2	Lengyelország	2,9	Ausztria	1,7	Csehország	5,6	Oroszország	2,0
3	Ausztria	2,0	Románia	1,6	Litvánia	5,0	Lengyelország	1,6
4	Magyarország	1,9	Csehország	1,4	Ukrajna	4,8	Magyarország	1,6
5	Németország	1,7	Szlovénia	1,2	Magyarország	3,8	Ausztria	1,1
Σ		20		8,7		25,5		13

Forrás: Eora adatok alapján saját szerkesztés

A fenti 15. táblázatban látható, hogy a vizsgált visegrádi országok leginkább a saját szomszédjaik végső keresletében képviseltetik magukat jelentős mértékű hozzáadott értékkel. Szlovákia és Csehország esetében a történelmi múlt miatt hagyományosan magas az egymás végső keresletébe beszállított hozzáadott érték. Ugyanakkor meglepő,

hogy a Csehország, Lengyelország és Szlovákia között erősebb a beszállítói viszony, mint Magyarország esetében. Ennek oka feltehetően az lehet, hogy Magyarország abszolút értékben Németországba szállít be jelentős mennyiségű hozzáadott értéket, azonban mindez a német gazdaság nagy mérete miatt „elvész” a német végső fogyasztásban.

4.4 Összefoglalás, következtetések

Ebben a fejezetben a nemzeti ágazati kapcsolatok mérlegéből származtatható nemzetközi input-output táblák felépítését mutattuk be, ami elvezet a globális értékláncokat leíró indikátorokig. A GVC-vel kapcsolatos mutatók gyakran jelennek meg versenyképességi mutatókként, ahol a minél magasabb hazai hozzáadott érték jellemzően a sikeres gazdaságpolitikát igazolja. Ugyanakkor a mutatók alapos vizsgálata után rámutattunk arra, hogy azok nagyon érzékenyek a gazdaságok méretére, valamint arra, hogy az adott értékláncban hol helyezkedik el a vizsgált ország vagy ágazat.

Minden bemutatott indikátor esetében megvizsgáltuk annak értékét a visegrádi országokkal összehasonlítva. Ezek alapján kijelenthető, hogy Csehország, Magyarország, Lengyelország és Szlovákia egyszerre indult el a globális értékláncokba való integráció útján az 1990-es évek közepén, azonban egészen más pozíciókig jutottak. A cseh és lengyel vállalatok képesek voltak magas, a régiós átlagnál jóval magasabb hozzáadott értéket beszállítani, míg Magyarország és Szlovákia elmarad e két versenytárstól.

Az értékláncokba való integrálódáskor a hosszú távú növekedés szempontjából kulcskérdés, hogy a közvetlenül résztvevő vállalatok mennyire képesek közvetett módon integrálni a többi helyi vállalatot. Csehország folyamatosan javítja mutatóit, és egyre nagyobb arányban tud támaszkodni hazai beszállítói hálózatára, Szlovákiában ezzel szemben a trend egyértelműen csökkenő, ami arra utal, hogy a hazai vállalatokat lassan felváltják a külföldi beszállítók. Ez a veszély Magyarország esetében is fennáll, amire a 2000-es évek gyors bérnövekedés által előidézett versenyképesség romlás is felhívta a figyelmet, mikor megtörve a korábbi trendet, a vállalatok kiestek az indirekt beszállítói körből. Később azonban visszatérhettek, de a korábbi trend egyértelműen megtört, és Magyarország lemaradt Csehország mögött, ahol kedvezőbbek a fejlettségi és termelékenységi mutatók (Kónya, 2017).

Lengyelország esete egyedi, mivel a belső piac mérete jóval nagyobb, mint a többi vizsgált országban, így a hazai beszállítói körnek megvan a hazai piaca is. Ennek

következtében arányaiban kevesebb vállalat dönthet úgy, hogy exportáló vállalat második körös beszállítója lesz. Mindez biztonságot nyújt (miként arra a 2008-2009. évi nemzetközi pénzügyi és gazdasági válság tapasztalatai is felhívták a figyelmet, abban az értelemben, hogy a lengyel gazdaság jobban tudott támaszkodni a belföldi fogyasztásra), túlzott specializációt eredményezhet, és elszalasztott lehetőségeket is okozhat, feltéve, hogy az exportpiacon, még ha közvetve is, de nagyobb hozamot lehet elérni, mint a hazai versenypiacon.

Összefoglalásként megállapítható, hogy a klasszikus GVC mutatók alapján a visegrádi országok jól integrálódtak a lokális GVC-kbe, és főleg a szomszédos országok végső fogyasztásába szállítanak be jelentős hozzáadott értéket. Magyarország esete valamelyest különbözik a többi országtól, mivel a német gazdaságba való integráltság erősebb, mint a többi visegrádi országban. A magyar hozzáadott érték azonban, még ha hazai viszonylatban magas is, a német fogyasztással, vagy exporttal indexálva már jóval alacsonyabb értéket képvisel. Ez a hatás azonban nem csökkenti a Németországba beszállított hozzáadott érték mennyiségét.

5. Magyarország elhelyezkedése a globális értékláncokban

5.1 Hálózatzelméleti megközelítés

Az első IO statisztikák megjelenése óta a GVC kutatások egy tekintélyes része arra a kérdésre keresi a választ, hogy egy kiemelt ágazat vagy egy egész ország hol helyezkedik el a termelési láncokban, vagyis mekkora hozzáadott értéket exportál, és ennek volumene hogyan viszonyul egy kiválasztott országcsoporthoz. A feltett kérdésre az IO adatbázisokból számítható előre irányuló („downstream”) és visszafelé irányuló („upstream”) mutatók adják meg a részleges³⁹ választ. A IO adatokat tovább bontva a bilaterális hozzáadott érték kereskedelmi relációkra is fény derül, amelyek természetüknél fogva egy szimmetrikus szomszédsági mátrixba rendezhetők, és amelyekből megszerkeszthető a hozzáadott érték hálózat térképe (Diakantoni et al., 2017). Ezek a vizsgálatok azonban rendkívül sűrű gráfot eredményeznek (McNerney et al., 2013), amelyek nehezen értelmezhetők, ezért sok esetben a hálózat ritkításával igyekeznek kezelhetőbbé tenni a térképeket (Caldarelli et al., 2012; Xiao et al., 2020).

Az értékláncok, mint teljesen összefüggő gráfok partícionálása releváns alhálózatokká

Az input-output táblák sajátossága, hogy a ráfordítási együtthatók $A^{n \times n}$ mátrixa teljesen kitöltött, ami igaz a nemzetközi IO adatbázisokra is⁴⁰. Ez lehetővé teszi a különböző multiplikátorbecslő modellek futtatását, azonban a rendszer gráfelméleti vizsgálatát jelentősen megnehezíti. Az Eora által készített nemzetközi input-output táblában 189 ország 26 iparága található meg, amelyek mind egy-egy csúcsot jelentenek a hálózatban (összesen 4914-et). A teljesen kitöltött szomszédsági mátrixban ez valamivel több, mint 12 millió kétirányú él létezését jelenti egy globális hálózatban. Ennek rajzolása, elemzése jelentős számítókapacitást igényel, miközben regionális fókuszú vizsgálatokban a teljes globális hálózat elemzése nem szükséges, mivel nem származik többletinformáció a kis súlyú élek modellekbe történő beépítésétől. Jogos tehát az „igény”, hogy a globális

³⁹ A részlegesség arra utal, hogy habár ezek a kompozit indikátorok jól kezelhetők, mivel egy változóba sűrítik be az információt, azonban nem szabad elfelejteni, hogy egy olyan aggregált mutatóról van szó, amely mögött az összetevők rendkívül heterogének, ezért fordulhat elő, hogy viszonylag gyenge a korreláció az egyéb gazdaságstatisztikai mutatókkal (Criscuolo & Timmis, 2017).

⁴⁰ Egyes adatbázisokban egy küszöbérték alatt elhagyják az értékeket (például WIOD), míg más táblákban megtartják őket (például Eora).

hálózat méretét csökkenthessük úgy, hogy a vizsgálat fókuszpontját képező csúcsra optimalizáljuk az így nyert alhálózatot.

Egy ország GVC-ben elfoglalt pozíciójának vizsgálatakor háromféle integráltság vizsgálható:

- Az előre irányuló integráltság, azaz a célország mekkora mértékben szállít be közvetlen és közvetett módon hozzáadott értéket a partnerország exportjába.
- Visszafelé irányuló integráltság, azaz a célország exportjába mekkora mértékben szállítanak be más partnerországok közvetlen és közvetett módon hozzáadott értéket.
- Folyam szerinti integráltság, azaz az azonos partnerországba beszállított (pozitív előjel), illetve az onnan importált (negatív előjel) hozzáadott értékek eredője (nettó export).

Mindhárom megközelítésnek saját közgazdasági értelmezése van. Általánosságban azonban egy az elfoglalt pozíció keresésekor az első megközelítés lehet az irányadó, míg a második pont inkább az alapanyag-függőségi viszonyokat jeleníti meg, míg a harmadik a bilaterális kapcsolatokra helyezi a hangsúlyt. Ebben a fejezetben az első megközelítést vizsgáljuk meg bővebben.

Egy tetszőleges G gráf partícinálására, azaz koherens részhalmazokra való felbontására több módszer is létezik az irodalomban⁴¹. Ezeket a hálózatelmélet közösségkereső algoritmusoknak („*community detection*”) is nevezi. Egy gráfon belüli közösséget a szoros kapcsoltság jellemezi, jellemzően egy-egy magas centralitási értékkel rendelkező csúccsal a középpontban, valamint relatíve nagy távolság a többi közösségtől. A közösségkereső algoritmusok iterációkon alapulnak, tulajdonságuk, hogy „mohók”, azaz az iteráció rögzített eredményeit később már nem vizsgálja fölül (Newman & Girvan, 2004). A módszerek lépései hasonlítanak a többváltozós statisztikában használatos agglomeratív szegmentációs eljárásokhoz (Ágoston et al., 2019), mivel az algoritmus az egymáshoz legközelebb eső két csúcstól kezdi bővíteni a közösséget. Minden egyes lépésben az új partíció foksámeloszlását összehasonlítja egy véletlen gráf foksámeloszlásával. Egy közösségben a foksámeloszlás erősen balra ferde (azaz a csúcsok többségének sok kapcsolódása van a többi csúcshoz), vagyis a különbség egy véletlen gráf foksámeloszlásától jelentős.

⁴¹ Ezekről lásd például Lancichinetti és Fortunato (2009) munkáját.

Az algoritmus a lépésszám növekedésével egyre távolabbi csúcsokat von be a közösségbe, amelyekre az lesz a jellemző, hogy kevesebb éllel fognak rendelkezni, ennek következtében a fokszámoszlás el kezd veszíteni a ferdeségéből, vagyis egyre jobban fog hasonlítani a véletlen gráfra. Mikor a különbség a véletlen gráf és a partíció között kisebb lesz, mint egy meghatározott küszöbérték, akkor az algoritmus lezárja a közösséget, és egy újat nyit.

A hálózatklaszterező algoritmusok többsége a fenti algoritmus alapelvét alkalmazza, és bár módszereikben némiképp különböznek, a koherens, homogén partíciók létrehozása, mint célfüggvény, mindegyikben azonos. A globális értékláncok partícionálására azonban ezek az eljárások kevésbé alkalmasak, mivel ez esetben a csúcsok közötti távolság értelmezése nem ekvivalens a hálózatelméletben alkalmazottakkal, ennek folyamánya pedig, hogy a koherens csoportkialakítási célfüggvény sem felel meg a GVC partícionálási céloknak.

A globális értékláncok hálózata speciális, mivel teljesen összefüggő, az élek eltérő súlyúak, a szomszédsági mátrix pedig nem szimmetrikus. Összefüggő gráfok esetében a fokszámoszlás minden csúcsban azonos⁴², mivel minden ország és iparág ugyanannyi kapcsolattal rendelkezik. Ha egy-egy él súlya annyira kicsi, hogy egy előre meghatározott küszöbérték alatt elhagyható, akkor a klaszterelemzés elvégezhető. A hálózatelemzésben alkalmazott klaszterkészítő algoritmusok azonban a talált partíciók modularitásának⁴³ maximalizálására törekcszenek:

$$Q = \sum_{i=1}^k (e_{ii} - a_i^2) \rightarrow \max \quad (24)$$

ahol,

Q: a modularitási mutatószám

e_{ii} : a vizsgált partícióban található élek aránya a teljes hálózatban található élekhez viszonyítva

a_i : azon élek aránya, amelyeknek legalább az egyik vége a vizsgált partícióban található

A modularitási egyenletből következik, hogy a célfüggvény értéke ott lesz a maximális, ahol a_i a minimális, más szavakkal olyan közösségeket fog eredményezni, amelyek a lehető legtöbb éllel kapcsolódnak csoporton belül, a csoportok közötti kapcsolat viszont a lehető legkevesebb éllel történik. A kereskedelemben azonban a gazdaság

⁴² Súlyozatlan esetben.

⁴³ A modularitás a szegmentáció erősségét mutatja (Newman & Girvan, 2004).

kapacitásának lehetőségei erősen korlátozzák az export nagyságát, vagyis a kisebb országok esélyei, hogy tagjai legyenek a nagyobb országokat is tartalmazó partíciónak alacsony, azonban a kis országok egymás közötti kereskedelme nagyobb eséllyel alkot egy klasztert. Mivel a kereskedelmi kapcsolatok elsősorban a környező országokkal intenzívek, a modularitási klaszterkereső eljárás regionális alapon fogja megtalálni a csoportokat, és nem az értékláncot tárja fel.

Az értékláncok kibontása egy összefüggő hálózathoz tehát nem alapulhat a közösségi modularitáson. A következőkben bemutatott módszer egy alternatív *mélységi és szélességi* feltáráson alapuló megközelítést ajánl, amelyhez az értékláncok egy-egy lényeges tulajdonságát szükséges definiálni⁴⁴:

1. Definíció: Legyen $G=(V,E(w))$ egy összefüggő gráf, ahol V a csúcsok, E az élek véges halmazát, w pedig az élekhez tartozó súlyokat jelöli.

G összefüggő gráf tetszőleges S_i partíciójának $\gamma_i(G/S_i)$ értékét keressük, amely $V(G/S_i)$ és $E(G/S_i, w)$ részgráfoktól függ.

2. Definíció: Egy tetszőleges V csúcs értékét meghatározhatjuk $\gamma(V) = \sum_{i=1}^k E(w_i)$ módon, azaz a csúcs összes élsúlyának összegeként⁴⁵. Ennek folyamányaként adódik, hogy a G gráf értéke $\gamma(G) = \sum_{i=1}^v \gamma_i(V|G)$ módon számolható, vagyis a gráfban szereplő súlyok értékének összegeként.

A lánc kibontásakor egy S_k partíciót hasonlítunk egy S_i partícióhoz ($\#E(G/S_k) > \#E(G/S_i)$) úgy, hogy iteratív módon megvizsgáljuk, hogy mennyit veszítene értékéből az S_k partíció, ha egy tetszőleges $e_i(G/S_k, w_i)$ élt elhagynánk a hálózathoz.

Az $e_i(G/S_k, w_i)$ élt elhagyása $V_e = \{v \in V: vIe_i\}$ csúcshalmazt eredményez, vagyis azon csúcsok halmazát, amelyek az e_i élt elhagyásakor már nem szerepelnek a részgráfban.

⁴⁴ Egyes betűjelöléseket mind az IO módszertan, mind a gráfelmélet felhasznál. Ezek konzekvens megváltoztatása azonban megzavarná azokat az olvasókat, akik csupán az egyik területen jártasak, így ragaszkodtunk az adott terület jelölésrendszeréhez, kihangsúlyozva, hogy melyik területről van szó. A disszertációban a két módszertannak nincs metszete.

⁴⁵ A GVC pozíciók meghatározásánál csupán a közvetlen és közvetett módon exportált hozzáadott értéket vizsgáljuk, tehát csak a kimenő élek kerülnek a modellbe.

3. Definíció: Legyen C kibontási költség a $C_{i,k} = \frac{\gamma(S_k) - \gamma(S_i)}{\gamma(S_k)}$ partíciók értékeinek normál költsége ($0 \leq C_{i,k} \leq 1$), amely azt mutatja meg, hogy mekkorát veszít értékéből a részgráf, ha az e_i élt elhagyjuk. Az algoritmus futtatásakor C minimális értékét rögzíteni lehet $C \geq \varepsilon$ formában a számítási igény csökkentése érdekében.

A kibontás első lépésében $C(\gamma)$ értékek alapján csak a legfontosabb élek maradnak meg a vizsgálat fókuszában álló csúcsban. A második lépésben az további kapcsolatok feltérképezése következik, ami az értéklánc feltárásának legfontosabb szakasza. Olyan $V(G)$ csúcsok bevonása történik meg, amelyek nem tagjai az S_k részgráfnak, azaz $V \notin S_k$. Az új csúcs értéke a hálózatban két szempont szerint értékelendő:

1. Mekkora értéket ad hozzá a korábbi gráfhoz?
2. Milyen viszonyban van a hálózat többi elemével?

A második pont jelentőségét az adja, hogy a hálózatnak olyan új csúccsal kell bővülnie, amelyhez a lehető legtöbb tag erősen kötődik, és az új csomópont számára is értékesek a tagok. Így biztosított, hogy a részgráf belső komplexitása (modularitása) emelkedjen, és ne az összefüggő gráfban domináns csúcsok felé tolódjon el a hálózat feltárása, ami egy csillag szerkezetű kapcsolatrendszert eredményezne, hanem a skálafüggetlen hálózatok irányába haladjon⁴⁶. Mindez a hálózat fokszámeloszlásával jellemezhető.

4. Definíció: Egy $V(G)$ csúcs $d_G(V)$ fokszámát a $d_G(V) = |\{e \in E(G) : v \in e\}|$ halmaz elemszáma adja meg. Ennek folyománya, hogy egy G gráfra a teljes fokszám $\sum_{i=1}^V d(v_i) = 2|E(G)|$. A fokszámok valószínűségi tömegeloszlása a szokásos módon $f(x) = P(\{d_G \in D : X(d_G) = x\})$ állítható elő.

A hálózat bővítésének feltétele, hogy az új csúcs számára is értékes legyen a már feltárt részgráf továbbá, hogy a fokszámok eloszlását minimálisan torzítsa.

5. Definíció: $S_1(G)$ és $S_2(G)$ részgráfra legyen igaz, hogy $S_1(G) - S_2(G) = \{V_p(G)\}$, azaz csupán egyetlen csúcsban ($V_p(G)$) különböznek. Ekkor a $V_p(G)$ által okozott torzítás a fokszámeloszlásban $b = 1 + \sqrt{(Gini(S_2(G)) - Gini(S_1(G)))^2}$, ($1 \leq b \leq 2$).

⁴⁶ Könnyen belátható, hogy a globális értékláncban néhány ország (csomópont) szerepe meghatározó, különösen kisebb államok számára. Tévedés lenne azonban ezeket a kisebb államokat úgy feltüntetni az értéklánc feltérképezésekor, mintha a központi szerepet játszó országok értékláncainak jelentős tagjai lennének. Például bizonyosan történik hozzáadott érték beszállítás Kelet-Európából Dél-Amerikába, de túlzás lenne azt állítani, hogy Brazília vagy Argentína számára a régió ugyanolyan fontos lenne, mint a többi kisebb dél-amerikai állam.

Az optimális $V_p(G)$ csúcs kiválasztásakor meg kell keresni az „ideális” átváltást („trade-off”) a kibontási költség és a torzítás között, ami a következő megoldást implikálja:

$$\operatorname{argmax} \left\{ 2 \frac{c_{i,k}}{b_{i,k}} : \frac{c}{b} \in \mathbb{R}^+, 0 \leq \frac{c}{b} \leq 2 \right\} \quad (25)$$

A fent definiált halmazban a C/b hányados akkor veszi fel az elméleti maximum szerinti 2-es értéket, ha az új csúcs a lehető legtöbb értéket hozza a hálózatba úgy, hogy a fokszámeloszlást egyáltalán nem változtatja meg. Így elérhető, hogy a nagyobb jelentőségi csomópontok csak akkor kerüljenek be a feltárt hálózatba, mikor az már kellőképpen jelentős az új csúcs számára is.

A fentiekből következik, hogy a módszer vagy irányítatlan gráfok, vagy irányított gráfok alsó vagy felső háromszög szomszédsági mátrixát tudja csak kezelni. A fókuszpontban lévő $V_f(G)$ csúcsból kifelé mutató élekből kiindulva a hozzáadott érték hálózatokban a közvetlen és a közvetett kapcsolatok együttes feltárása lehetséges. Ennek magyarázata a következő: legyen $h_{f,i} = \{v_f, v_i\}$, azaz a fókuszpontban lévő $V_f(G)$ csúcsból és egy másik $V_i(G)$ csúcsba áramló hozzáadott érték. Mikor a gráfot egy új $V_j(G)$ csúccsal és $h_{i,j} = \{v_i, v_j\}$ irányított éllel bővítjük, akkor $h_{i,j} = h_i + \alpha h_f$, $0 \leq \alpha \leq 1$, ahol α a $V_i(G)$ csúcsban maradó, $V_f(G)$ csúcs által beszállított hozzáadott érték aránya, azaz $h_{i,i} = F(h_{f,i}, \alpha)$. Más szavakkal, a $h_{i,j}$ értéke nem független $h_{f,i}$ értékétől, és $V_i(G)$ csúcs felhasználási arányától, ez azonban közvetlenül nem becsülhető. Egy fókuszpontban lévő $V_f(G)$ csúcs által beszállított hozzáadott érték tovagüüröző értékére csak IO módszerekkel adható becslés, ennek módszertani fejlesztését az 4. fejezet tartalmazza.

A fentebb ismertett algoritmus megállási kritériumaira több opció is kínálkozik:

1. A fókuszpontban lévő $V_f(G)$ csúcs $S(G)$ partícióban elért $d_S(V_f)$ foksám, valamint a G összefüggő gráfban mért $d_G(V_f)$ foksám $d_S(V_f)/d_G(V_f) \leq \varepsilon$, $(0 \leq \varepsilon \leq 1)$ hányadosának meghatározott ε küszöbérték elérése. Vagyis, ha a fókuszpontban tartott csúcs éleinek száma a láncban (partícióban) eléri a teljes gráfban mért kapcsolatok számának ε hányadát, akkor az algoritmus leáll.
2. Hasonló analógiára építve, ha a fókuszpontban lévő $V_f(G)$ csúcs $S(G)$ partícióban meglévő $\sum_{w=1}^n E_V^w(S) = \{e \in E(S) : vIe\}$, $n = |\{e \in E(S) : vIe\}|$ élsúlyok, valamint a G összefüggő gráfban lévő $\sum_{w=1}^n E_V^w(G) = \{e \in E(G) : vIe\}$, $n = |\{e \in E(G) : vIe\}|$ élsúlyok $\frac{\sum E_V^w(S)}{\sum E_V^w(G)} \leq \varepsilon$, $(0 \leq \varepsilon \leq 1)$ hányadosának

meghatározott ε küszöbérték elérése. Más szavakkal, ha a fókuszpontba helyezett csúcs élsúlyainak összege meghaladja a teljes gráfban mért élsúlyok összegének ε hányadát, akkor az algoritmus leáll.

A különbség a két megállási kritérium között, hogy az első a lánc hosszát, a második a lánc mélységét szabályozza.

Az értékláncok gráfjának sajátossága, hogy az A szomszédsági mátrix nem szimmetrikus, valamint a hazai beszállítások miatt $\text{diag}(A) \geq 0$. Ez egyben azt is jelenti, hogy a gráf hurokéleket is tartalmaz, amelyek az értékláncok sajátosságai miatt azt a speciális konstellációt eredményezik, hogy a szomszédsági mátrix nyoma $\text{tr}(A) > \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}$, $i \neq j$ a legtöbb esetben nagyobb, mint a főátlón kívüli elemek összege⁴⁷. Ez a struktúra nehezíti a nemzetközi lánc feltérképezését, valamint csökkenti a hagyományos klaszterképzési módszerek felhasználhatóságát.

6. Definíció: Legyen G gráf szomszédsági mátrixa $A(n \times n)$ négyzetes, és az egyszerűség kedvéért szimmetrikus mátrix. Legyen $L = D - A$ úgynevezett *Laplace-mátrix*, ahol $D = \text{diag}(\sum_{e \in E(G): v \in e} vI_e)$, azaz $D_{ii} = \sum_{j=1}^n A_{ij}$, $n = |V(G)|$ vagyis a csúcsokhoz tartozó élek súlyainak összege. L mátrixra ekkor teljesül, hogy négyzetes és szimmetrikus (A mátrix szimmetrikussága miatt).

Fiedler (1973) megmutatta, hogy az L mátrix második legkisebb λ_2 sajátértékéhez tartozó sajátvektor v_{λ_2} sajátvektor a benne található elemek előjele szerint a G gráf $S_1(G)$ és $S_2(G)$ részgráfokra partícionálható, de az előjel kritérium felcserélhető a mediánra is. A módszer spektrális szegmentáció néven ismert.

Abban speciális esetben azonban, mikor $a_{ii} \gg a_{ij}$, vagyis a szomszédsági mátrix diagonálisán fekvő elemek jóval nagyobbak, mint a diagonálison kívül eső elemek, a sajátértékek is igen nagyok lesznek (kivéve a legkisebbet, mivel $0 = \lambda_1 \leq \lambda_2 \leq \dots \leq \lambda_n$)⁴⁸, mivel $\sum_{i=1}^n \lambda_i = \text{tr}(L)$, vagyis a diagonálison lévő elemek dominálják a mátrixot. Ilyenkor pedig a spektrálfelbontáson alapuló szegmentációs algoritmusok a két legnagyobb élsúlyösszeggel rendelkező csúcs mentén vágják ketté a hálózatot. Globális értékláncok

⁴⁷ Ellenkező esetben az vizsgált ország többet exportál, mint amennyit saját ágazatai felhasználnak. Ez nem kizárt esemény, de nagyon valószínűtlen.

⁴⁸ $\lambda_1 = 0$, akkor és csak akkor, ha nincs olyan csúcs a gráfban, amelynek nincs éle (ekkor a szomszédsági mátrix minden vonatkozó eleme azonosan 0).

esetén ez azt jelenti, hogy a hagyományos klaszterező módszerek⁴⁹ a legnagyobb jelentőségű országok köré „építik” a csoportokat, ezért a kisebb országok szempontjából fontos láncolatok jóval nehezebben feltárhatók.

5.2 Globális értékláncok particionálása

Ebben a részben olyan algoritmusok kerülnek bemutatásra, amelyek összefüggő gráfok szegmentálására szolgálnak, majd végül a fent bevezetett eljárás segítségével készült hálózatot is elkészítjük. A vizsgálat alapját az Eora adatbázisból (lásd 4. fejezet) nyert adatok alapozzák meg, amelyek 2015-re vonatkoznak. A szegmentálás terét a partnerország exportjába beszállított közvetett és közvetlen hazai hozzáadott értékek képezik, amelyek számítási módja:

$$dva_{ij} = VAsh_i \times B_i \times \langle X_{ij} \rangle \quad (26)$$

ahol,

dva_{ij} : i ország j ország exportjába beszállított hozzáadott értéke

$VAsh_i$: i ország által előállított hozzáadott érték

B_i : a globális Leontief-inverz i országra vonatkozó blokkmátrixa

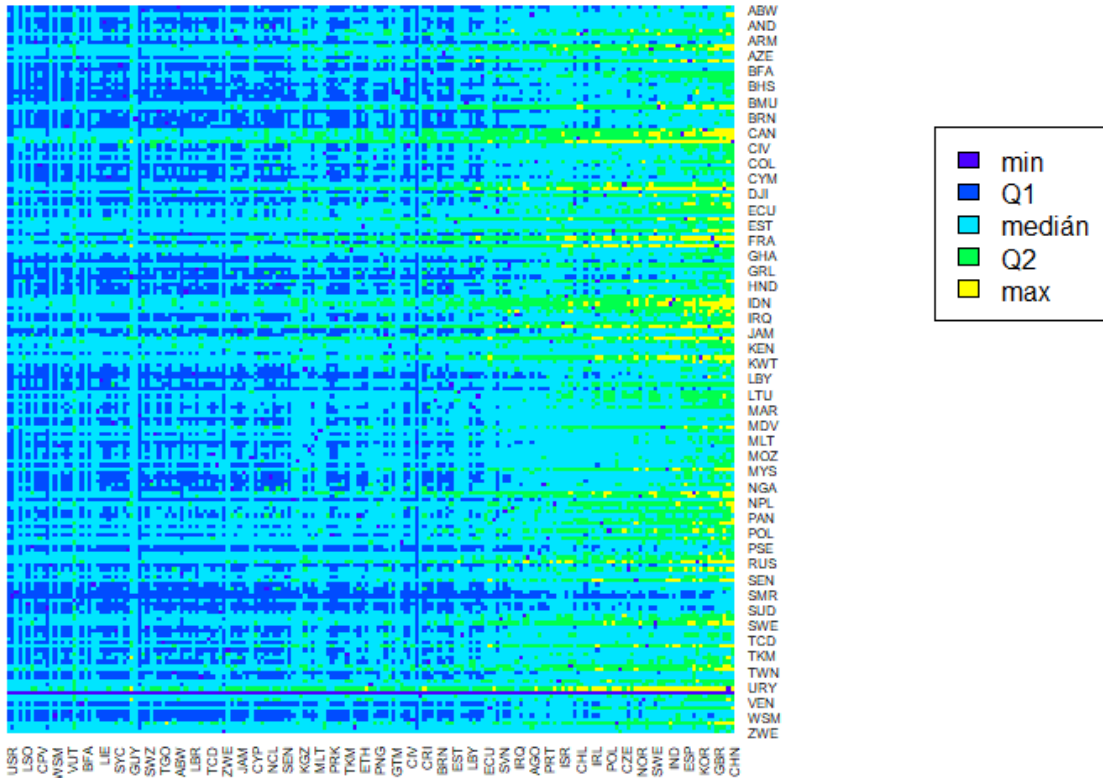
X_{ij} : i ország termelőfelhasználásra szánt exportja j országba

$\langle \cdot \rangle$: diagonális mátrix, amelynek főátlón kívüli elemei mind nullák.

Az így készült mátrix hőtésképe információkkal szolgál a hálózat szerkezetéről. A 13. ábra struktúrája úgy lett kialakítva, hogy az x-tengelyen a beszállított hozzáadott logaritmus érték szerint emelkedő sorrendben vannak feltüntetve az országok, míg az y-tengelyen alfabetikus a sorrend. Minél sárgább a mező színe, annál nagyobb a hozzáadott érték. A tértepen jól kivehető, hogy a legnagyobb hozzáadott értéket beszállító országok sok másik országgal is kapcsolatban vannak, a balra „elnyúló” színek pedig arra utalnak, hogy ahová a legnagyobbak exportálnak, oda más nagyok is beszállítanak, ami egyértelműen több nagy csomópont létezését jelenti.

⁴⁹ Dhillon et al. (2007) bizonyította, hogy a spektrális szegmentáció ekvivalens a gráfok k-közép magfüggvénnyel végrehajtott particionálásával.

13. ábra: A hozzáadott érték beszállítás tranzakciós mátrixának hőértképe



Forrás: Eora adatok alapján saját számítás (R17 kód)

Hierarchikus szegmentáció

Az adattáblán először egy közösség kereső eljárást hajtottunk végre, amely egy egyszerű mohó hierarchikus szegmentációs algoritmus. Legyen $C: \{C_1, \dots, C_n\}$ G gráf partíciói (részhalmazai), azaz $C \subseteq G$. Legyen $f_{ij}(C) = 1$ akkor, ha $V_i, V_j \in C_n$, azaz i és j csúcsok egy klaszterbe esnek C konfigurációban, egyébként pedig 0, ha nem. C konfiguráció $Q(C)$ **modularitását** a következő egyenlet adja meg (Newman & Girvan, 2004).

$$Q(C) = \frac{1}{w} \sum_{i,j \in V} \left(A_{ij} - \frac{w_i w_j}{w} \right) f_{ij}(C) \quad (27)$$

ahol,

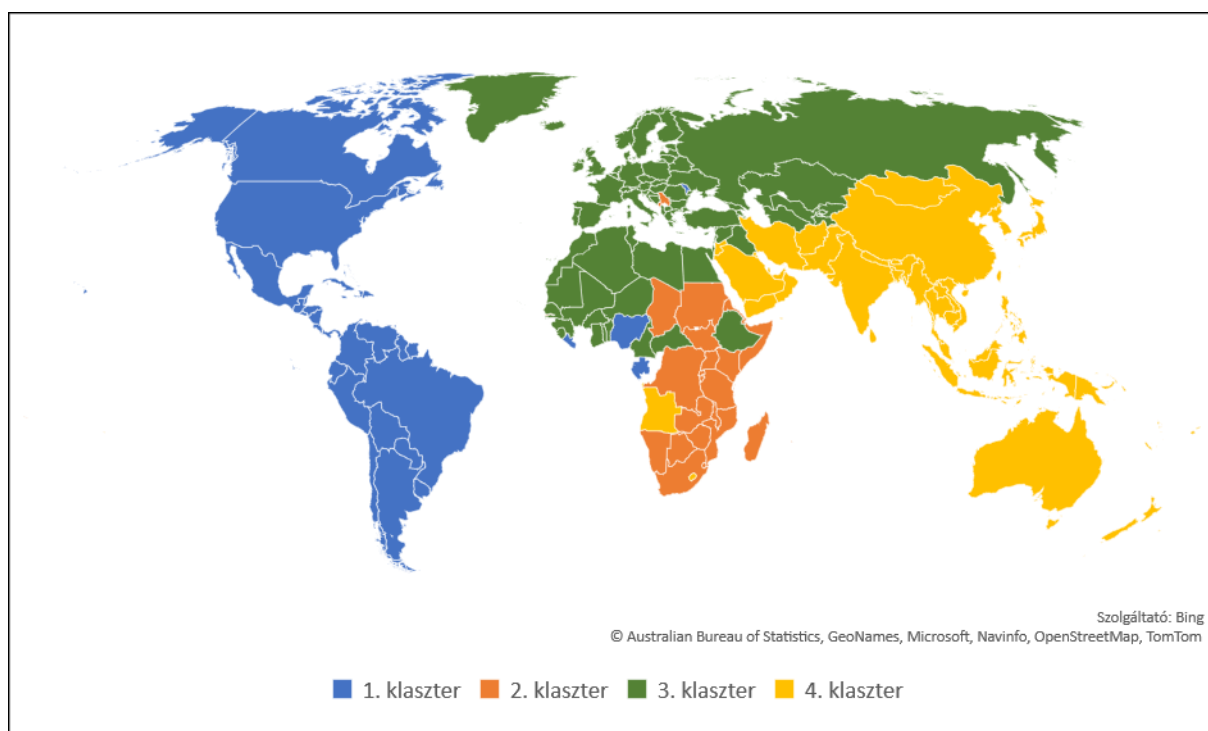
A_{ij} : a súlyozott szomszédsági mátrix.

w : súly.

Az algoritmus iteratív, minden lehetséges kombináción lefut⁵⁰, majd megkeresi azt a legjobb besorolást, ahol $Q(C)$ értéke maximális. Az eredményekből dendrogram és gráf is készíthető, azonban ekkora adatmennyiségnél az értelmezés rendkívül nehéz. A fent ismertetett adatok esetében az algoritmus 4 klasztert talált, az eredményeket az 14. ábra mutatja be.

⁵⁰ Az algoritmus heurisztikus gyorsítását lásd Clauset et al. (2004) munkájában.

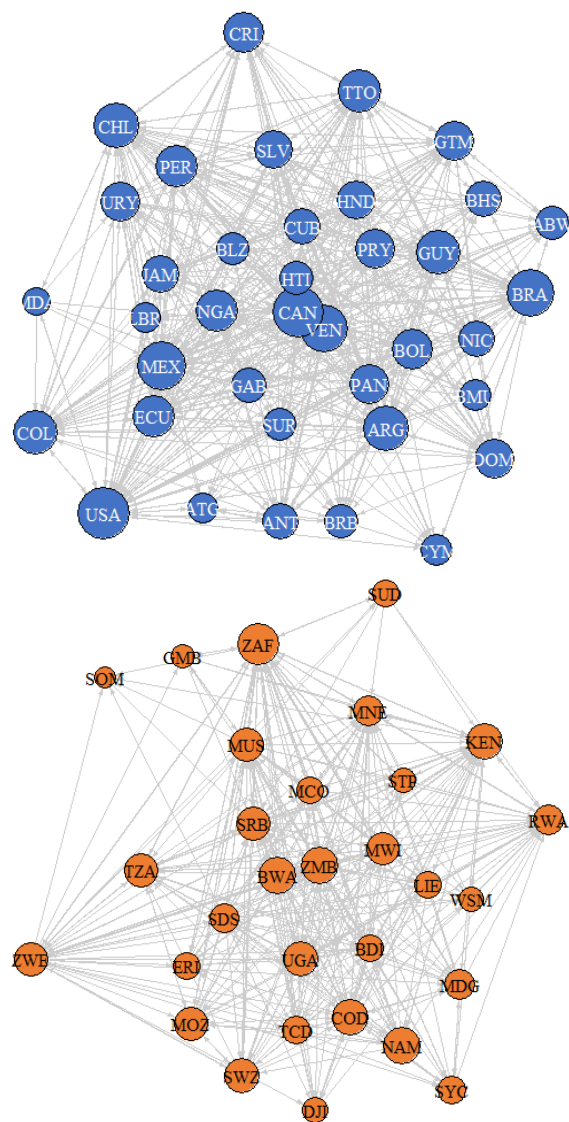
14. ábra: A modularitás alapú hierarchikus klaszter algoritmus alapján készült szegmentáció a hozzáadott érték beszállítások terében (2015, csak az értékkel rendelkező országok)

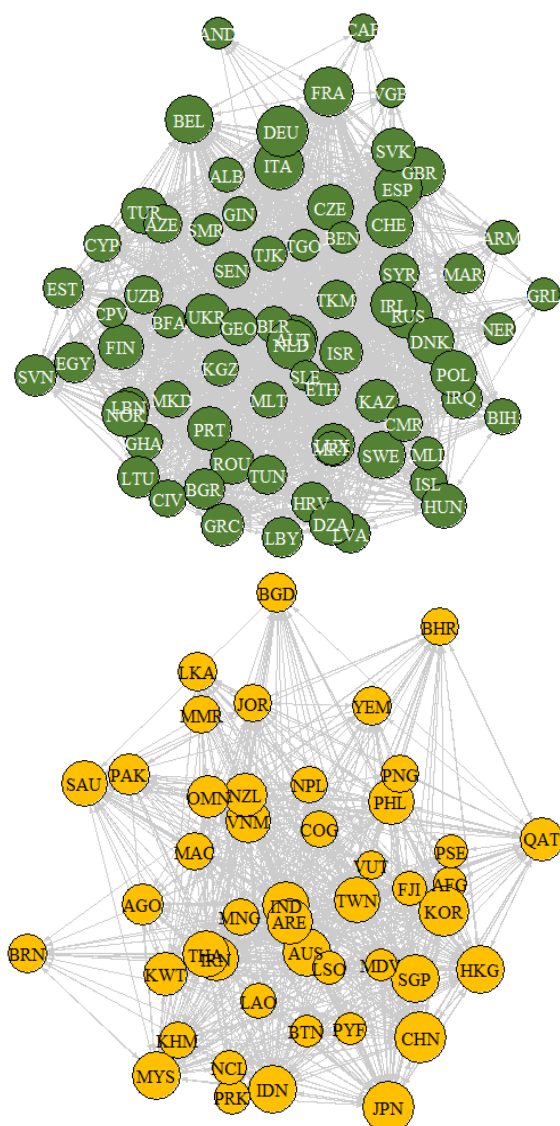


Forrás: Euora adatok alapján saját számítás (R18-as kód)

A 14. ábra alapján a hierarchikus szegmentáció egyértelműen regionális alapon végezte el az értékláncok partícióját, így az EU, Észak-Afrika és Nyugat-Ázsia egy klaszterbe kerültek. A szomszédsági viszonyok, a földrajzi közelség pozitív hatása a kereskedelem volumenére régóta igazolt a gravitációs modellek segítségével (Anderson & van Wincoop, 2003; Bergstrand, 1985), így ezek az eredmények is feltehetően jól magyarázhatók a távolsággal, illetve más, elsősorban gazdaságpolitikai változókkal (Campbell, 2010). A következő 15. ábracsoportban a 4 klaszter hálózata látható. A könnyebb áttekinthetőség érdekében a szomszédsági mátrix diagonálisa nulla, a medián alatti élsúlyok el lettek távolítva, a csúcsok mérete pedig az élek súlyozott fokszámának logaritmusával egyenlő:

15. ábra: A hierarchikus szegmentáció által kialakított klaszterek gráfjai

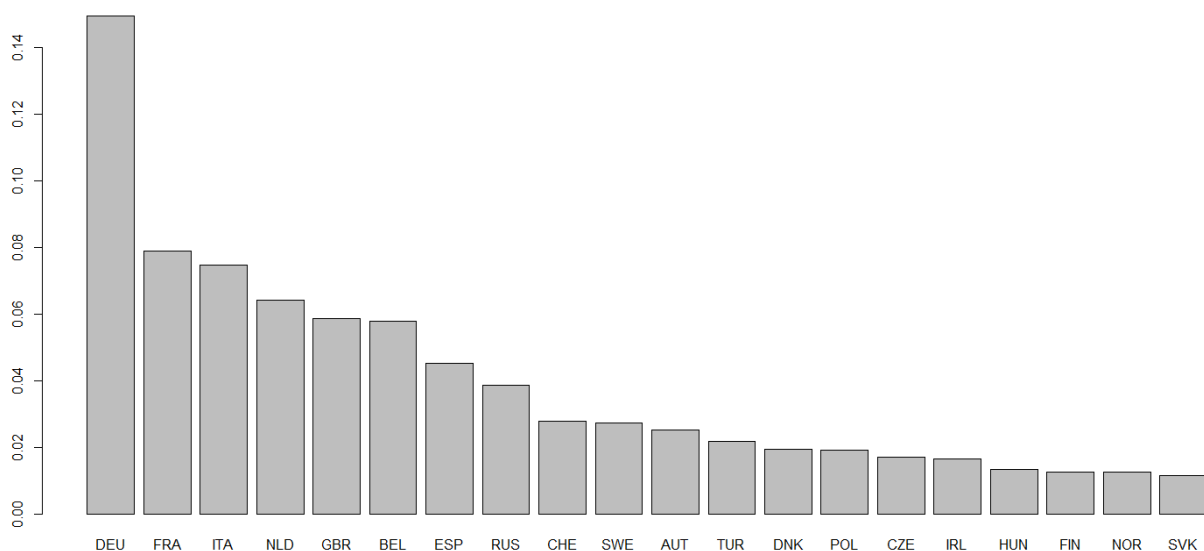




Forrás: Eora adatok alapján saját számítás (R19-es kód alapján)

A Magyarországot is tartalmazó harmadik klaszter gráfjának PageRank (lásd 7. fejezet) centralitását vizsgálva (16. ábra) megállapítható, hogy Németország központi szerepet játszik az egész térségben. Bár Magyarország a V4-országok közül csupán a harmadik legmagasabb centralitással rendelkezik, azonban így is közepes erős a szerepe a térségben (összehasonlítva például a Balti államokkal).

16. ábra: A harmadik klaszterbe tartozó országok PageRank centralitása (első 20 ország)

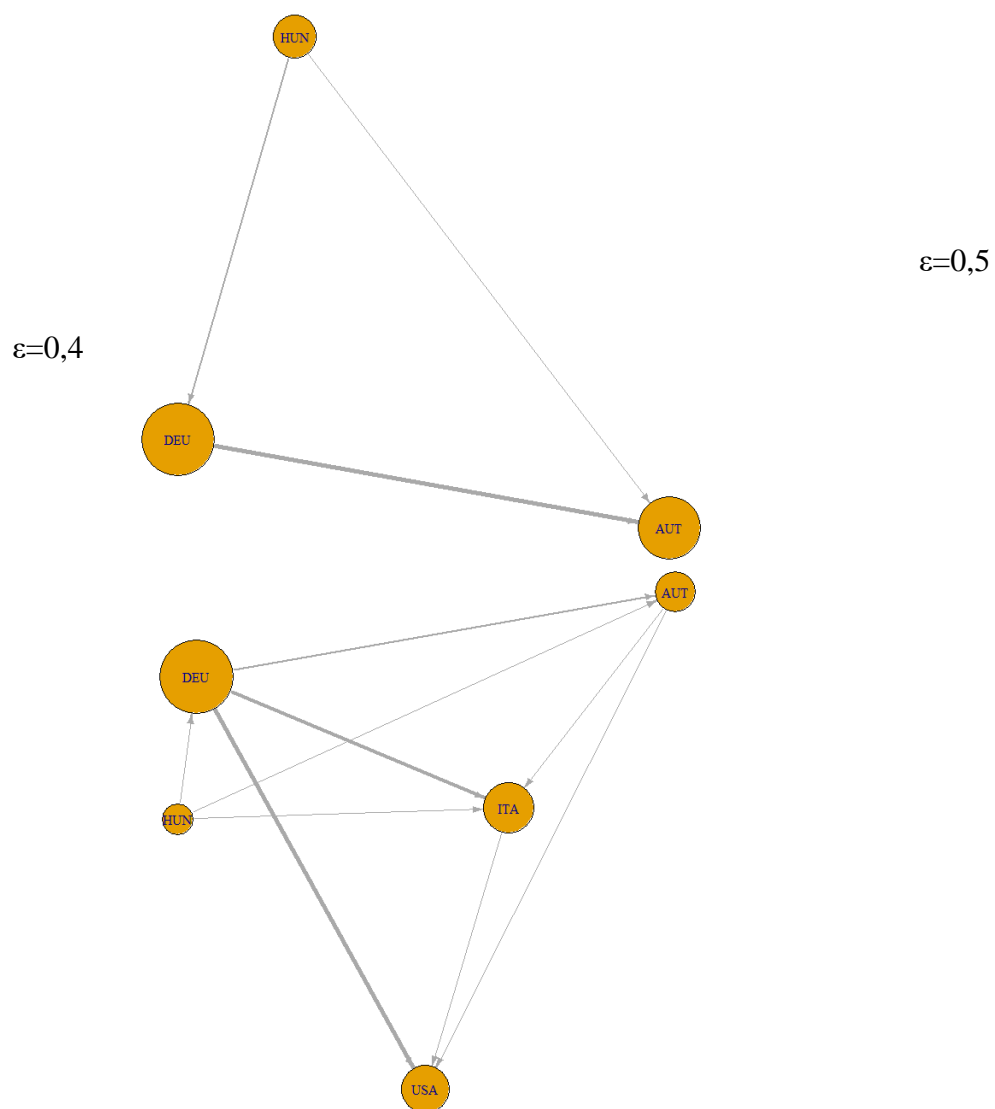


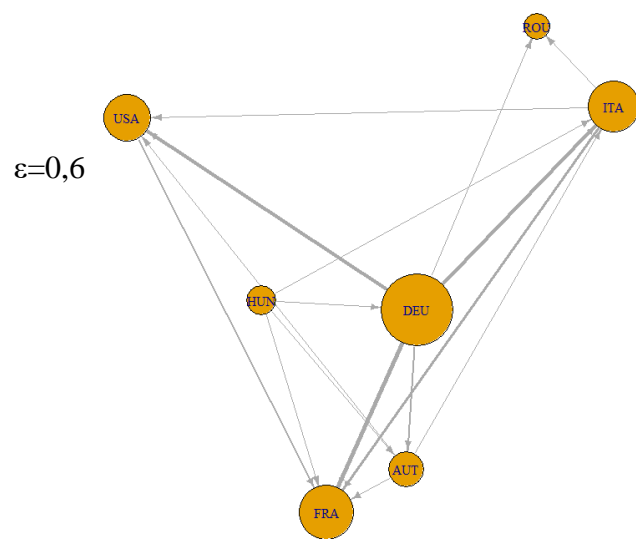
Forrás: Eora adatok alapján saját számítás (R20-es kód alapján)

5.3 Mélységi és szélességi feltárás

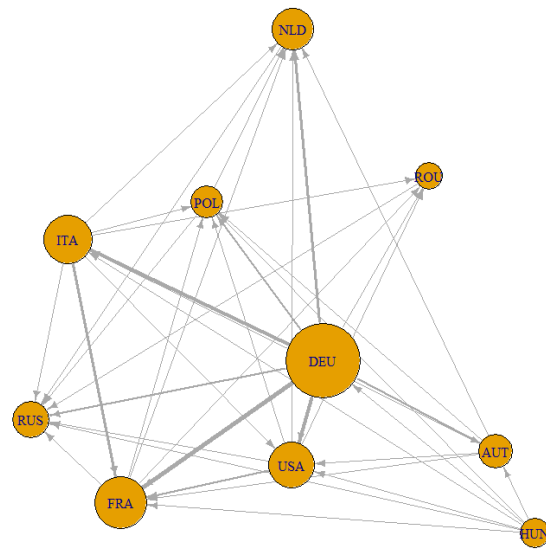
Ebben az alfejezetben a fentebb bemutatott, saját fejlesztésű módszertan alapján készült mélységi és szélességi feltárás gyakorlati eredményei kerülnek bemutatásra. A gráf fókuszpontjában Magyarország áll, az algoritmus a megállási kritériumig folyamatosan növeli a hálózat méretét. A vizsgálat alapját képező adatbázis kizárólag a félkész termékeket foglalja magában, mivel a késztermékek felvásárlója már a végső fogyasztó, amely nem exportálja tovább a terméket. Algoritmus futtatásához rögzíteni szükséges az ε kibontási költséget, ami lényegében az első iterációban lefedett csúcsok számát adja meg. A futtatásokat több ε mellett is elvégeztük. A 17. ábracsoport egy Magyarország fókuszú értéklánc feltárás lépéseit mutatja be $\varepsilon_n - \varepsilon_{n-1} = 0,1$ sorozatra $\varepsilon_1=0,4$ esetben.

17. ábra: Magyarország fókuszú hozzáadott érték értéklánc mélységi és szélességi feltárása (2005), különböző ε értékek mellett

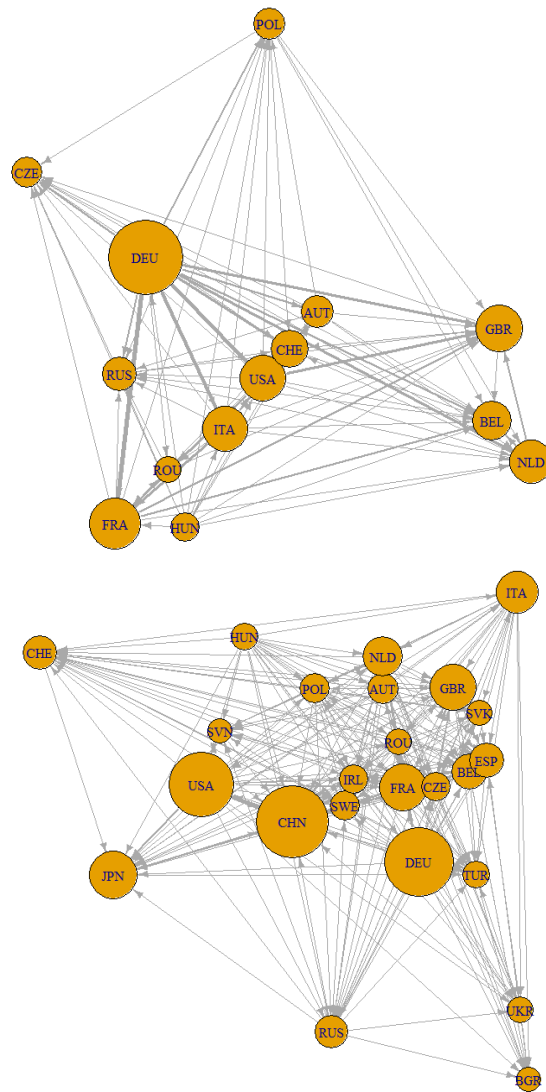




$\varepsilon=0,7$



$\varepsilon=0,8$



$\varepsilon=0,9$

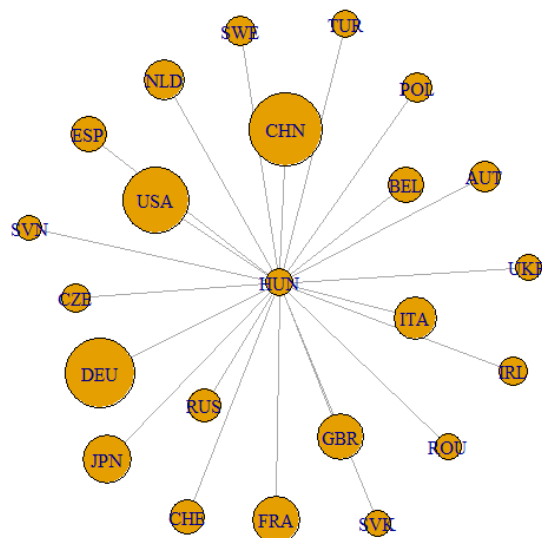
Forrás: Eora adatok alapján saját számítások (R21-es kód alapján)

A 17. ábracsoport ábrái arról tanúskodnak, hogy Magyarország szinte bizonyosan nem csak az európai értéklánc térben kereskedik, hiszen viszonylag alacsony ε érték beállítása mellett is az algoritmus hozzácsatolja az Egyesült Államokat a térség értékláncához. Igaz, ez elsősorban Németországnak köszönhető, mivel a két ország közötti hozzáadott érték áramlás 2015-ben is intenzív volt. Mind a két ország központi szerepet játszik az értékláncban, azonban a legnagyobb centralitási mutatója (PageRank alapján) Németországnak van⁵¹. Magyarország értéklánca egyértelműen az európai kontinensen fekszik, és bár Kína ennek része, szerepe korántsem olyan jelentős, mint más, nem európai országoknak, például Japánnak.

⁵¹ Magyarországhoz tartozik a második legmagasabb érték, azonban ez nem meglepő, mivel az algoritmus úgy volt kalibrálva, hogy mindvégig a fókuszpontban tartsa az országot.

Az utolsó ($\varepsilon=0,9$) gráf hazai szempontú hálózat kibontását mutatja a következő 18. ábra:

18. ábra: Magyarországra közvetve és közvetlenül áramló hozzáadott értékek a mélységi és szélességi feltárás alapján



Forrás: Eora adatok alapján saját számítás (R22-es kód)

A 18. ábrán látható partnerországok a teljes Magyarországról érkező külföldi hozzáadott érték kb. 90%-át lefedik. Kína szerepe valamelyest ellentmondásos, mivel abszolút értékben nagy hozzáadott értéket szállít be Magyarország, azonban a többi partnerországgal való kapcsolata alapján arra a következtetésre lehet jutni, hogy Kína valószínűleg átlagosan fontosabb Magyarországnak, mint a hálózat többi országának.

A 17. ábrán bemutatott 6 hálózat evolúciója egy dendrogramon ábrázolható. A klaszterelemzési elemzések során készült összevonási ábra azon az elven alapul, hogy az $X: \{x_1, x_2 \dots x_i\}, x_i \in \mathbb{R}^n$ (általában $x_i \in \mathbb{R}^{n^+}$) megfigyelések között az euklideszi térben értelmezhető a $d(x_i, x_j) = |x_i - x_j|$ távolság. A 17. ábrán bemutatott hálózatokban azonban a súlyok szerint végzett távolság meghatározás hasonlóan torzítana, a nagyobb súlyú országok javára, ahogy az fentebb már be lett mutatva, ezért olyan módszer kialakítása szükséges, amely alkalmas a hálózat evolúciójának megjelenítésére a súlyszámok használata nélkül.

Legyenek $G: \{G_1(V_1E_1), G_2(V_2E_2) \dots G_z(V_zE_z)\}$ tetszőleges gráfok, amelyekre teljesül, hogy $G_1 \subseteq G_2 \subseteq \dots \subseteq G_m$, azaz $|V(G_i)| < |V(G_j)|$, $|E(G_i)| < |E(G_j)|$ ha $i < j \leq z$. Feltétel továbbá, hogy $V(G_i) \in V(G_j)$ és $E(G_i) \in E(G_j)$, ha $i < j \leq z$. Más szavakkal, a

hálózat evolúciója során minden korábbi gráf a következő gráfban is változatlan formában megtalálható.

Legyen $A^{n \times n}$ szimmetrikus távolság mátrix, ahol $n = |V(G_z)|$, azaz az utolsó mátrix csúcsainak száma. Keressük $E_{j \setminus i} : \{E(G_j) \setminus E(G_i)\}, i < j \leq z$ komplementert, azaz azokat az éleket, amelyek G_i gráfban még nem léteztek, de G_j gráfban már igen. Definiáljuk az $a_{kl} \in A^{n \times n}$ elemeket a következőképpen:

$$a_{kl} = \begin{cases} j & \text{ha } E_i(v_k, v_l) \setminus E_j(v_k, v_l) \neq \{\emptyset\} \\ z + 1 & \text{ha } E_i(v_k, v_l) \setminus E_j(v_k, v_l) = \{\emptyset\} \end{cases} \quad \forall (i < j \leq z) \quad (29)$$

ahol z az utolsó G_z gráf indexe. Más szavakkal a_{kl} értéke egyenlő annak a gráfnak az indexével, amelyben az él létrejött. Ha két csúcs között nincs él, akkor a távolság az utolsó gráf index + 1, így a távolsági mátrixban bizonyosan távolabb lesz minden más pártól, amelyek között létezik él valamelyik gráfban⁵². Az elkészült távolsági mátrixot szimmetrikussá kell alakítani⁵³, azaz $a_{kl} = a_{lk}$, majd elvégezhető a dendrogram megrajzolása, amely egy hierarchikus klaszterkészítő algoritmus⁵⁴ alapján megalkotható.

A 19. ábrán szereplő dendrogram jól mutatja, hogy milyen sorrendben léptek be az országok a hálózat evolúciója során, hogy milyen egyéb kapcsolatok alakultak ki, illetve ezek hogyan épülnek egymásra. Az ábra fentről lefelé haladva értelmezhető. Fontos megjegyezni, hogy ezek a kapcsolatok mindig a fókuszpontban lévő ország szempontjából értelmezendők. Ezek alapján Magyarország elsősorban Ausztria és Németország exportjába szállít olyan hozzáadott értékek, amely a későbbi feltárás alatt is jelentős marad. Magyarország azért szerepel „feljebb” az ábrán, mivel mind Ausztria, mind pedig Németországi is partner, azonban ők egymásnak is partnerei (AUT->DEU és DEU->AUT viszonyban), tehát ez a két ország „szorosabb” kapcsolatban áll, mint külön-külön Magyarországgal.

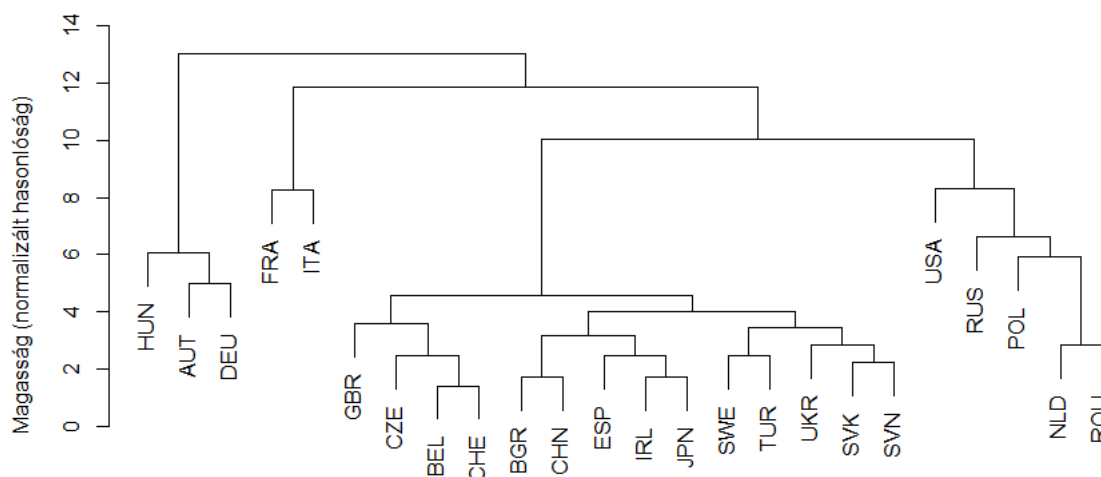
A következő lépésben az USA és Olaszország csatlakozik a hálózathoz, majd a következőben Franciaország, és minden eddigi országgal létrejön a kapcsolat, így az ábrán egy szinttel „feljebb” kerül.

⁵² Ha két csúcs között nincs él, úgy a távolság közöttük természetesen végtelen, ilyen érték azonban a távolsági mátrixban természetesen nem szerepeltethető.

⁵³ Ez a művelet nem szükséges, ha a távolsági mátrix eleve alsó, vagy felső háromszög mátrix.

⁵⁴ Lásd bővebben (Kovács E., 2014).

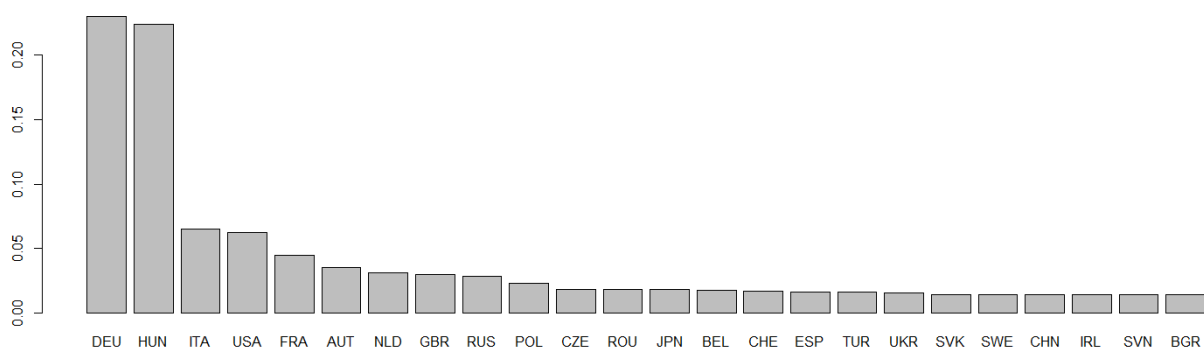
19. ábra: A 17. ábracsoporton bemutatott gráfok evolúciós dendrogramja



Forrás: saját szerkesztés, (R23-as kód alapján)

A dendrogram által felvázolt összevonási sorrend egyébként az utolsó gráf PageRank centralitását is tükrözi (20. ábra):

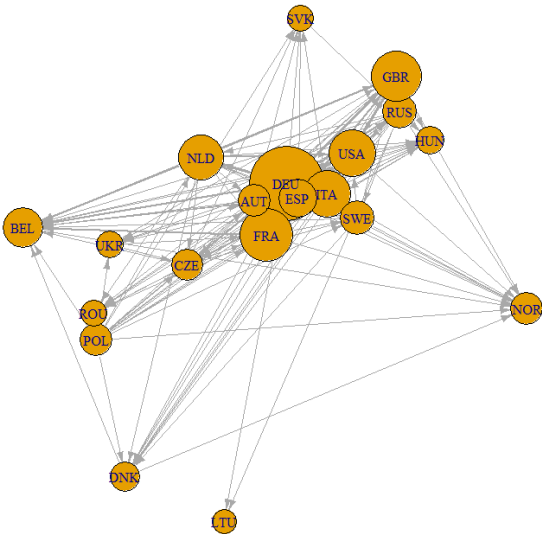
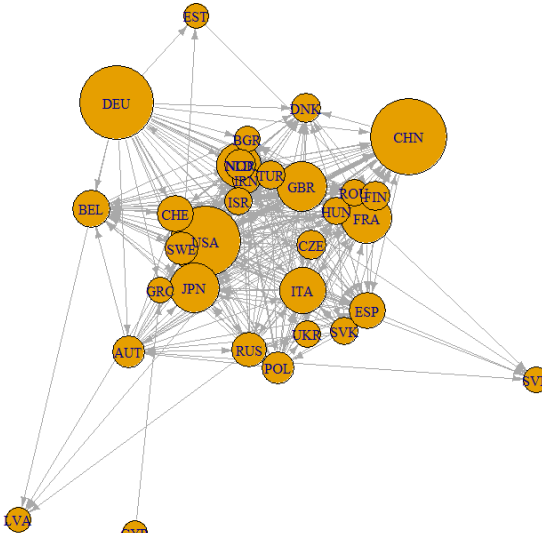
20. ábra: A 17. ábracsoporton látható hatodik gráf PageRank értékei

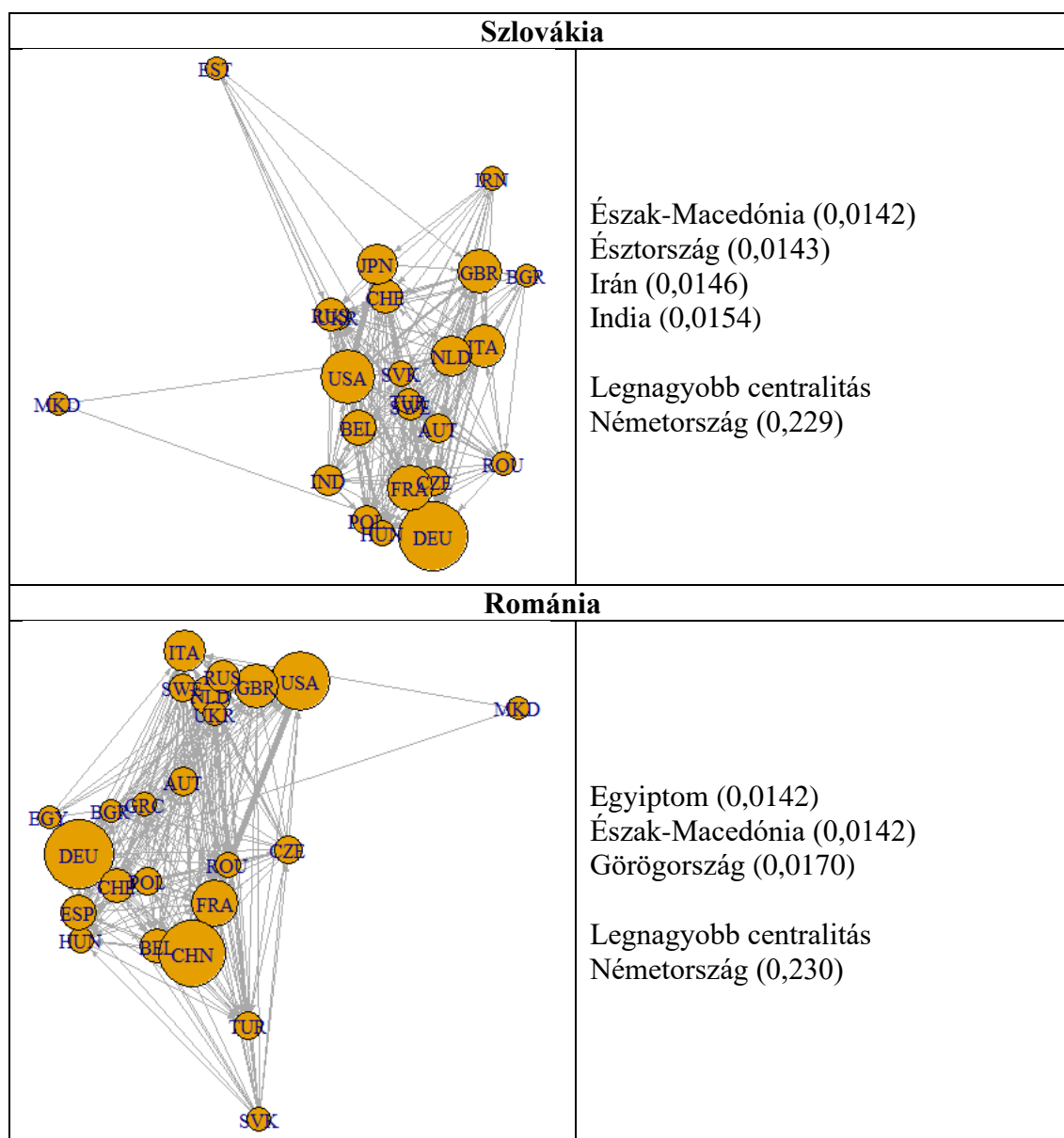


Forrás: R21-es kód alapján

A vizsgálat kiterjeszthető a régió többi országaira, valamint a hálózatok közötti különbségek is könnyedén vizsgálhatók: $G_d = G_i \setminus G_j = \{V(G_i), E(G_i)\} \setminus \{V(G_j), E(G_j)\}$. A környező országokon végzett mélységi és szélességi feltárások $\epsilon=0,9$ beállítás mellett készültek. Azt, hogy a komplementer csúcsok és élek milyen jelentőségűek a régió országaiban, a PageRank centralitási pontszám mutatja meg, amely minél alacsonyabb a maximumhoz képest, annál kisebb jelentőségű csúcsról van szó. Az eredményeket az 21. ábracsoport foglalja össze.

21. ábra: Mélységi és szélességi feltárás eredménye a régióban ($\epsilon=0,9$)

Ország	Különbség Magyarországhoz képest (PageRank pontszámok)
Lengyelország	
	<p>Litvánia (0,018) Norvégia (0,018) Dánia (0,019)</p> <p>Legnagyobb centralitás: Lengyelország (0,238)</p>
Csehország	
	<p>Lettország (0,015) Norvégia (0,0105) Finnország (0,0107) Irán (0,0107) Észtország (0,018) Izrael (0,108) Ciprus (0,0111) Dánia (0,0111) Görögország (0,0114)</p> <p>Legnagyobb centralitás Csehország (0,209)</p>



Forrás: saját számítás (R24-es kód alapján)

A fenti, 21. ábracsoport alapján látható, hogy Magyarország értéklánca nagyrészt megegyezik a régió többi országának értékláncával, hiszen csak olyan partnerekben és azok éleiben van különbség, amelyek nem jelentősek. Lengyelország és Csehország, Magyarországhoz képest északibb földrajzi elhelyezkedésüknek köszönhetően szorosabb kapcsolatot alakítottak ki a Balti és Skandináv országokkal, és feltűnő, hogy több régiós EU-s tagállam is számottevő mértékben szállít be hozzáadott értéket Észak-Macedónia, míg Magyarország esetében a Balkáni ország nem került fel a térképre. Mindez arra utal, hogy a vizsgált régiós országok hozzáadott érték exportja feltehetően diverzifikáltabb, mint a magyar.

A diverzifikáltság több módon is ellenőrizhető, mint például Gini-index, Lorenz-görbe alatti terület vagy a Herfindahl-index, illetve az ebből származtatható entrópia-index. Ha a vizsgált adatsorban sok olyan egyed található, amelynek részesedése nagyon alacsony, célszerűbb Herfindahl-indexet alkalmazni, mivel ebben az esetben az ő súlyuk nagyon alacsony lesz, szemben a Gini-index alapú mutatószámokkal, ahol a kisebb részesedéssel bíró egyének is azonos súllyal rendelkeznek. A Herfindahl-index számítása a $H = \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{\sum x_i} \right)^2$, $\forall x \leq 0$ mutató alapján történik, ahol x_i jelen esetben a vizsgált ország által beszállított hozzáadott érték i partnerországba. A H mutató magasabb értéke nagyobb koncentrációt jelez. A 16. táblázat a Herfindahl-indexet mutatja a vizsgált országok esetében:

16. táblázat: A régiós országok hozzáadott érték importjának Herfindahl-indexe

Ország	Herfindahl-index
Lengyelország	0,0127
Csehország	0,0191
Románia	0,0192
Magyarország	0,0200
Szlovákia	0,0349

Forrás: Eora adatok alapján saját számítás

A H-index alapján Magyarországon csak Szlovákiában erősebb a koncentráció, a régió összes többi vizsgált országához képest. A különbségek abszolút értékben alacsony tűnhetnek, érdemes megjegyezni, hogy annak köszönhetően, hogy a H-index szabadságfoka 1, egyszerűen kiszámolható, hogy mekkora abszolút értékben mért csökkenés kellene a hozzáadott értékben a koncentráltabb adatsor legmagasabb részesedéssel bíró elemének ahhoz, hogy akkora H-indexe legyen, mint az öt megelőző országnak⁵⁵. Magyarország esetében például akkor lenne Romániával azonos a H-index, ha *ceteris paribus* a Németországba beszállított hozzáadott érték 8%-kal csökkenne.

⁵⁵ Természetesen bármelyik megfigyelés kiválasztható, de a legnagyobb részesedéssel bíró esetben érzékeltethető leginkább a különbség.

5.4 Összefoglalás, következtetések

Ez a fejezet rámutatott arra, hogy a hagyományos, közösségkereső partícionális algoritmusok, amelyeket a hálózatelemzésben alkalmaznak, csak korlátozottan alkalmas az értékláncokban elfoglalt pozíciók keresésére különösen, ha a vizsgált ország jóval kisebb, mint a nagy hozzáadott érték kibocsátók. Az egész globális hozzáadott érték elemzéséből kiderült, hogy a hálózatok struktúrája hasonlít az internet hálózatához. A gráf csúcsai közül néhány kiemelkedően nagy súllyal bír, majd ezek a csúcsok egymással is kapcsolatban vannak, szintén nagy súlyú éllel. Vagyis a világgazdaság nagy hozzáadott érték beszállítói főleg egymással kereskednek. Egy ilyen konstellációban Magyarország meglehetősen kis súlyú csúcs, kis súlyú éllel, és a közösségkereső algoritmusok rendre egy nagyobb (jellemzően Németországhoz) csúcshoz kötik, erodálva ezzel a szerepét az értékláncban.

A magyar vállalatok részei a globális értékláncoknak, és nagyobb a jelentőségük, mint ahogy azt a klasszikus közösségkereső algoritmusok sugallják. Egy olyan módszer került kidolgozásra, amely képes egy hálózatot a fókuszpontban lévő csúcs köré építeni, ügyelve arra, hogy a kapcsolatok kellően mélyek legyenek, és csak a legszükségesebb szélességre táguljon a hálózat. Egy ilyen Magyarország-fókuszú hálózatban megjelenik a viseigrádi országok mellett Románia, valamint az EU szinte összes régi tagállama, továbbá az USA és Kína is. Azonban még a Magyarország központú hálózatot is Németország dominálja, csakúgy, mint Románia és Szlovákia esetében, míg a Csehország és Lengyelország fókuszú gráfokban saját maguk a domináns csúcsok (PageRank centralitási mutató szempontjából). Ez arra utal, hogy az utóbbi két országnak már létezik „saját” értéklánca, míg Magyarország, Románia és Szlovákia a 2015. évi adatok alapján ettől még kicsivel elmarad.

A V4-országok, valamint Románia saját fókuszú értékláncai nagyon hasonlítanak egymáshoz, különbség csupán a valamelyest erősebb lokális kapcsolatokban (például Lengyelország viszonya a Balti és Skandináv országokkal erősebb, mint Magyarországé), továbbá a koncentráltaságban van. Mérések igazolták, hogy a lengyel hozzáadott érték beszállítói lánc sokkal diverzifikáltabb, mint a magyar, míg a szlovák jóval koncentráltabb. Mindez számottevő kockázatokkal is járhat (Koppány, 2017), mert nagymértékű függőségre utal a beszállítói láncban.

Jelen vizsgálat csupán az országok „*upstream*” értékláncára fókuszált, azaz a hozzáadott értékek beszállítására. Ennek oka, hogy az exportált hozzáadott értékek szempontjából

jóval fontosabb, hogy azok „meddig jutnak el”. Csupán a közvetlen kapcsolatok (kereskedelmi statisztikán alapuló) elemzése erre nem ad teljeskörű választ. Import oldalról megközelítve a kérdést azonban „kevésbé” lényeges, hogy a partnerország által beszállított hozzáadott érték még milyen országokban járt korábban.

6. Az értékláncban áramló hozzáadott értékek dezaggregálása

A hozzáadott értékek folyamszerű követése az IO táblákban átalakítások nélkül nem lehetséges. Ennek oka, hogy egy értéklánc nem rendelkezik olyan termelővel, amely termeléséhez ne használt volna fel semmilyen hozzáadott értéket egyetlen másik termelőtől sem⁵⁶. Ezen egyszerű ok miatt az értékláncok kezdőpontja, forráspontja nem ismert, és bár az utolsó láncszem (fogyasztó) viszonylag jól beazonosítható, az útvonal az indulási pont nélkül nem vizsgálható.

Részleges elemzés készíthető azonban, ha a vizsgálat az értéklánc csak egy szakaszára irányul, ekkor ugyanis egy tetszőlegesen kiválasztott termelőtől indulva a fogyasztóig tartó út részben feltárható, azzal a megkötéssel, hogy az áru korábbi útja nem ismert. Tovább korlátozza a feltárhatóságot, hogy a hozzáadott érték útja akár megszámlálhatatlanul hosszú is lehet⁵⁷. Jelenleg csupán a termelési szakaszok (Wang et al., 2017a), illetve a határátlépések átlagos értékére léteznek becslések (Muradov, 2016), ezek alapján egy termék elkészítésében átlagosan 2-5 termelő vesz részt, és átlagosan 2-4 határátlépés történik.

A következőkben egy olyan módszer kerül bemutatásra, amely alkalmas arra, hogy egy tetszőlegesen kiválasztott iparág által közvetve és közvetlenül exportált hozzáadott érték útját több szereplőn keresztül követni lehessen. Az eljárás kizárólag a félkész termékek áramlását tárja fel, mivel csupán ezek képezik az értéklánc részét, vagyis az utolsó láncszem, amelyben a termékek késztermékké alakulnak, és a fogyasztók elfogyasztják azokat, nem szerepel a vizsgálatban. Némi átalakítással azonban a módszer erre is kiterjeszthető. Az alkalmazás segítségével a magyar exportált hozzáadott érték áramlása kerül bemutatásra. A módszer „structural path analysis” néven ismert (Miller & Blair, 2009).

⁵⁶ Ahhoz, hogy ilyet találjunk valószínűleg az első szerszámot elkészítő (elő)emberhez kellene visszanyúlni.

⁵⁷ Az biztos, hogy minden félkész termékből egyszer késztermék lesz, azonban a termelési folyamatokra nézve semmilyen korlátozás nincs, extrém esetben a félkész termék akár örökre az értékláncban „ragadhat”.

6.1 Módszertani ismertető

A globális termelési hálózatokban az országok, iparágak kereskedelmi csatornákon csatlakoznak egymáshoz. Ezeket tekinthetjük egy gráf éleinek, amelyek a csúcsokat kötik össze. A nemzetközi input-output táblában az éleken átfolyó kereskedelem két ország közötti bruttó értelemben vett exportáramlást jeleníti meg, amely azonban önmagában nem teszi lehetővé az értéklánc elemzését, mivel a bruttó szemlélet torzítja az országok nemzetközi értékláncban betöltött relatív pozícióját⁵⁸. Az éleken folyó hozzáadott értékek annak felhasználási jellege szerint 8 fő komponensre bontható fel. A felsorolást a 22. ábra szemlélteti egy háromszereplős példán keresztül.

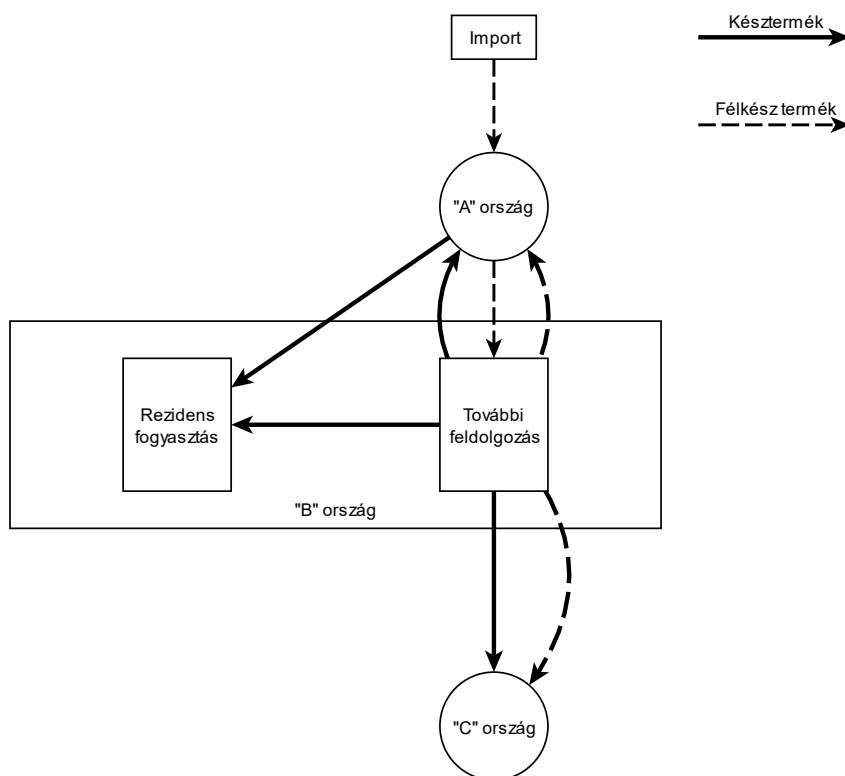
1. Exportőr ország saját termelése késztermék formájában, amelyet az importőr országban elfogyasztanak további hozzáadott érték hozzáadása nélkül.
2. Exportőr ország saját termelésű félkész terméke, amelyet az importőr országban feldolgoznak, felhasználását tekintve három formában:
 - a. Feldolgozás után késztermék készül belőle, amelyet az importőr országban elfogyasztanak.
 - b. Feldolgozás után késztermék készül belőle, amelyet egy harmadik országba szállítanak fogyasztásra.
 - c. Feldolgozás során a termék jellégét tekintve félkész termék marad, és egy harmadik országba exportálják.
3. Az exportőr ország a korábban importált félkész terméket feldolgozza, majd késztermék formájában a partnerországba exportálja tovább, ahol elfogyasztják.
4. Az exportőr ország a korábban importált félkész terméket félkész termék formájában exportálja tovább, ahol a már ismert három kategória egyikébe kerül:
 - a. Feldolgozás után késztermék készül belőle, amelyet az importőr országban elfogyasztanak.
 - b. Feldolgozás után késztermék készül belőle, amelyet egy harmadik országba szállítanak fogyasztásra.
 - c. Feldolgozás során a termék jellégét tekintve félkész termék marad, és egy harmadik országba exportálják.

Az áramlások felhasználási jellegüket tekintve tehát többfélék lehetnek, amelyek összege egyenlő a két csúcs közötti bruttó export értékével. A kereskedelmi kapcsolatokon keresztül áramló hozzáadott értékek közül azonban csak a félkész termékekben találhatók

⁵⁸ A bruttó szemlélet okozta torzításokról az 3. fejezetben volt szó.

képzik az értéklánc részét, mivel az exportált késztermékek már az importőr rezidens háztartásainak vagy kormányzatának birtokába kerülnek, ahol további feldolgozás nélkül felhasználják (elfogyasztják) azokat⁵⁹. A késztermékek előállításához szinte az összes ágazat szolgáltat inputokat, vagyis az exportált termék a saját hozzáadott értéken túl az exportőr gazdasága által direkt vagy indirekt módon importált hozzáadott értéket is tartalmazza.

22. ábra: Hozzáadott érték fő komponenseinek áramlása egy háromszereplős értékláncban a felhasználás jellege szerint



Forrás: saját szerkesztés

7. Definíció: Egy értékláncban egy i exportőr ország félkész termék exportja x országba a következőképpen épül fel:

$$\text{int. } e_{i,x} = \text{int. } DVA_{i,x} + REII_{i,m_1,x} + REII_{i,m_2,x} + \dots + REII_{i,m_n,x} \quad (30)$$

$$\text{int. } e_{i,x} = \text{int. } DVA_{i,x} + \sum_{m=1}^n REII_{i,m,x}, \quad m = \{1, 2 \dots n\} \quad (31)$$

ahol,

int.e: félkésztermék export

⁵⁹ Fontos megjegyezni, hogy a háztartások (vagy kormányzat) birtokába kerülő késztermékek kibocsátói az azt előállító iparágak, és nem a kiskereskedelmi ágazat. Ez utóbbi ugyanis csupán a szolgáltatás nyújtásával járult hozzá a háztartások fogyasztásához, és nem az eladott termékkel, ami a (háztartások vásárolt fogyasztása) = (terméket előállító ágazat kibocsátása) + (kiskereskedelmi szolgáltatások „kibocsátása”) valamint a (kiskereskedelmi output) = (értékesítések) - (eladott áruk beszerzési értéke) - (készletváltozás) egyenleteket indukálja.

int.DVA: félkész termékben található hazai hozzáadott érték

REII: re-exportált import hozzáadott érték

i: tárgyország

m: importpartner

x: exportpartner

A fenti egyenletek első tagja i ország hozzájárulását fejezi ki ahhoz az értéklánchoz, amelybe éppen beszállít. A második tag az értéklánc korábbi szakaszát jeleníti meg, amelyhez i ország éppen csatlakozik.

Koopman et al. (2014) tanulmányukban definiálták a re-exportált importált hozzáadott érték számításának módját. Az általuk bevezetett formula azonban nem a bilaterális, hanem az aggregált multilaterális $REII_i$ értékre vonatkozik, azaz csak csupán arról tájékoztat, hogy i ország bruttó exportjában mekkora az importált hozzáadott érték. Az értéklánc feltáráshoz a bilaterális részértékre is szükség van, ami a $REII_i$ érték további dezaggregálását vetíti előre.

8. Definíció: Legyen $\mathbf{B} = (b_{i,j}) \in \mathbb{R}^{n \times n}$ globális Leontief-inverz, ahol i a sor a beszállító ország, j oszlop a felhasználó ország. $i=j$ esetben \mathbf{B} mátrix diagonálisán értelem szerűen a saját felhasználásra vonatkozó értékek fekszenek. Ismert \mathbf{B} esetén az értéklánc egy tetszőleges élén futó közvetlen és közvetett hozzáadott értékek a következő módon dezaggregálhatók:

(32)

$$\begin{aligned} \text{int. } e_{i,x,m} = & \underbrace{\langle \mathbf{VA}_i \rangle \mathbf{B}_{i,i} \text{int. } e_{i,x}}_{\text{hazai VA } i\text{-ben}} \\ & + \sum_{m \neq i}^n \underbrace{\langle \mathbf{VA}_m \rangle \mathbf{B}_{m,i} \text{int. } e_{i,x}}_{\text{import VA } i\text{-ben}} + \underbrace{\langle \mathbf{VA}_x \rangle \mathbf{B}_{x,i} \text{int. } e_{i,x}}_{\text{reimport VA } x\text{-ben}} \end{aligned}$$

ahol,

int. $e_{i,x}$: félkésztermék export i országból x országba

\mathbf{VA}_i , \mathbf{VA}_m , \mathbf{VA}_x : VA/output arány i exportőr, m importpartner és x exportpartner országokban

$\langle \cdot \rangle$: diagonális mátrix

$\mathbf{B}_{i,i}$: i ország saját közvetlen keresletének Leontief inverz mátrixa

$\mathbf{B}_{m,i}$: m importpartner indirekt keresletének Leontief inverz mátrixa i exportőr országban

$\mathbf{B}_{x,i}$: x exportpartner indirekt keresletének Leontief inverz mátrixa i exportőr országban

A fenti 8. definícióban bemutatott egyenlet a következőképpen interpretálható:

$$\begin{aligned} \text{bruttó export} &= \text{saját hozzáadott érték} + \text{importpartnerektől származó re-exportált} \\ &\quad \text{hozzáadott érték} + \text{exportpartnertől származó visszaexportált hozzáadott érték} \end{aligned}$$

Az importpartnerektől származó hozzáadott érték tovább bontható, mivel együttesen tartalmazza a partnertől közvetlen import útján, valamint a közvetett import csatornán keresztül érkező hozzáadott értéket:

$$\begin{aligned} REII_{i,m_1,m_i,x} &= \underbrace{< VA_{m_1} > B_{m_1,m_1} REII_{i,m_1,x}}_{\text{hazai VA } m_1\text{-ben közvetlen } i\text{-be}} + \underbrace{\sum_{i=2}^n < VA_{m_i} > B_{m_i,m_i} REII_{i,m_1,x}}_{\text{hazai VA } m_1\text{-ben } m_i\text{-n keresztül } i\text{-be}} \\ &\quad + \sum_{i=2}^n \underbrace{\varepsilon_{i,m_1,m_i,x}}_{\text{reimportált hazai VA } m_1\text{-ben } m_i\text{-n keresztül } i\text{-be}} \end{aligned} \quad (33)$$

$$i = \{2, 3 \dots n\}$$

ahol,

$REII_{i,m_1,x}$: m_1 ország által i országba közvetlenül beszállított, majd x országba tovább exportált hozzáadott érték.

$REII_{i,m_1,x}$: m_1 ország által i országba közvetetten m_i országon keresztül beszállított, majd x országba tovább exportált hozzáadott érték.

$\varepsilon_{i,m_1,m_i,x}$: i ország által m_1 , m_i országokból reimportált, majd tovább exportált hozzáadott érték x országba.

Mivel hálózatunk összefüggő, ezért a fenti egyenletet természetesen végtelen sokszor fel lehet bontani a körkörös összekapcsoltság miatt, azonban a további dezaggregálások már nem járnak jelentős információnyereséggel. A reimportált ε rész az egyenlet lezárásának tekinthető, kibontása már csak további dezaggregációk útján lehetséges. Nagysága az egyenlet többi tagjának összegéhez képest azonban nem számottevő.

A REII érték dezaggregálása információval szolgál arról, hogy a vizsgált ország (illetve annak tetszőleges iparága) milyen messzire ér el az értékláncban. A közvetlenül kapcsolódó éleken a saját hozzáadott érték relatív nagysága (például a bruttó export arányában) mindenképpen a legmagasabb. Ez az érték azonban a többi közvetetten kapcsolódó élen szükségképpen alacsonyabb, mivel az importőr ország is új értéket ad hozzá, ami kiegészül a harmadik országokból érkező hozzáadott értékekkel. Egy láncba

beszállított hozzáadott érték relatív jelentősége tehát a gráf bővülésével folyamatosan csökken.

Az eddig bemutatott egyenletek alkalmazását egy példán keresztül demonstrálja az II. melléklet. A példában 4 fiktív régió található, iparágakkal: R , S , T és U , amelyek kereskednek egymással. Az egyszerűség kedvéért csak a közbenső felhasználás mátrixa szerepel a példában, a végső felhasználási mátrixot elhagytuk. Látható, hogy egy kereskedelmi embargó miatt R és T régiók nem kereskednek egymással közvetlenül. A szokásos mutatók kiszámolása után (tranzakciós (A) és Leontief (L) mátrixok), megmutatható R régió importja (ami ekvivalens a többi régió ide irányuló exportjával) milyen utakat jár be. A példa megmutatja, hogy annak ellenére, hogy R és T régió közvetlenül kereskedik egymással, R importja tartalmaz T -ből származó hozzáadott értéket, csupán S és U régiók keresztül importálják be. A szürke háttérrel kiemelt összegek R importját mutatják (kihasználva, hogy a bruttó import egyenlő a hozzáadott értékek összegével). Ezeket összeadva ellenőrizhető, hogy az egyenlőség valóban teljesül, továbbá megmutatható a hozzáadott értékek útja egy körön keresztül. Az út több körre is felbontható, a különbség csupán annyi, hogy nem a vizsgált teljes úton végigfolyó bruttó exporttal, hanem a már korábban kiszámolt (DVAX érték alapján arányosított) bruttó exporttal szükséges elvégezni az utolsó szorzást.

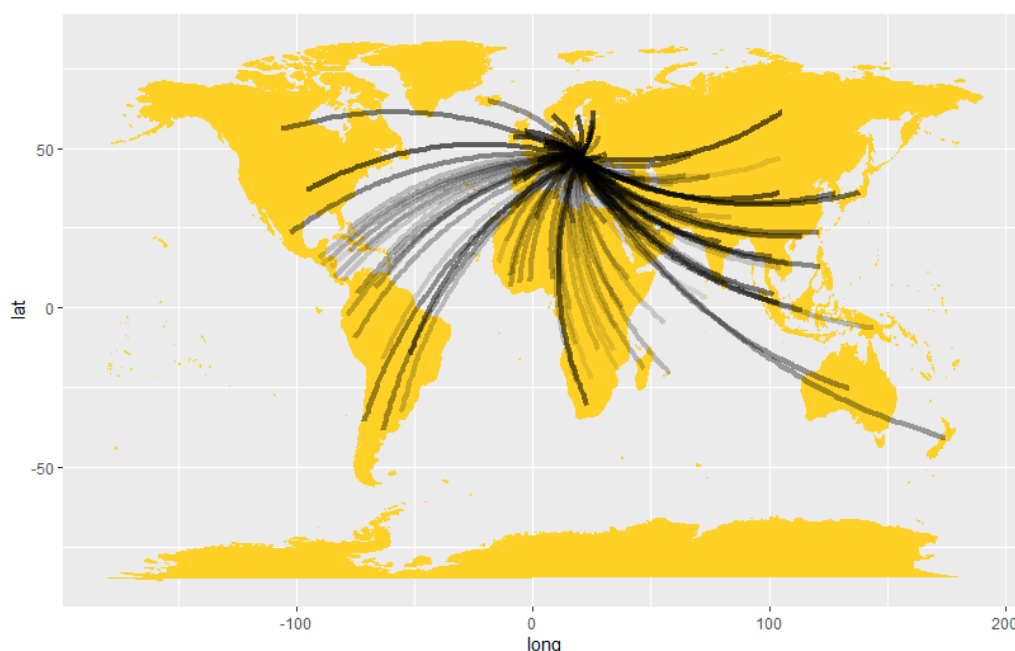
6.2 A magyar vállalatok által exportált hozzáadott értékek útjának feltárása

A vállalatok által kibocsátott hozzáadott értékek útját nemzetgazdasági és ágazati szinten is nyomon lehet követni, ez utóbbi esetben azonban figyelembe kell venni, hogy egy ágazat minden más ágazattal kapcsolatban áll, vagyis a vizsgálandó adatok mennyisége ebben az esetben is exponenciálisan növekszik. Mivel összesen 26 iparágat lehetséges az Eora adatbázisban vizsgálni, ez több tízezer adatpontot jelent már az első körös vizsgálatnál is. Ezért a vizsgálatok eredményeit nemzetgazdasági szintre aggregáltan közöljük, az ettől való eltérést külön jelezzük.

A magyar hozzáadott érték export érték áramlása a legnagyobb külkereskedelmi partnerrel, azaz Németországgal szemben kerül bemutatásra. Az átláthatóság érdekében a világtérképre azokat az éleket, amelyek visszamutatnak Németországra, nem lettek ábrázolva. A legnagyobb hozzáadott érték beszállítás természetesen közvetlenül történik, azaz Magyarországról Németországba.

Ezután a közvetett partnereken keresztül Magyarország Ausztrián keresztül szállítja be a legtöbb hozzáadott értéket (megjegyezzük, hogy az Ausztriából Németországba áramló magyar hozzáadott érték nem csak közvetlenül Magyarországról származik, hanem harmadik országból érkező magyar hozzáadott értéket is tartalmaz). Ezután Hollandia, Csehország, Lengyelország és Belgium következnek. Szlovákia és Románia a 9-10. legnagyobb közvetett partnerünk Németországhoz. Érdekességképpen az ország legkevésbé jelentős közvetett partnere Burkina Faso, Mianmar és Afganisztán. A következő térképek a magyar közvetett és közvetlen hozzáadott érték útját követi Magyarországról Németországba.

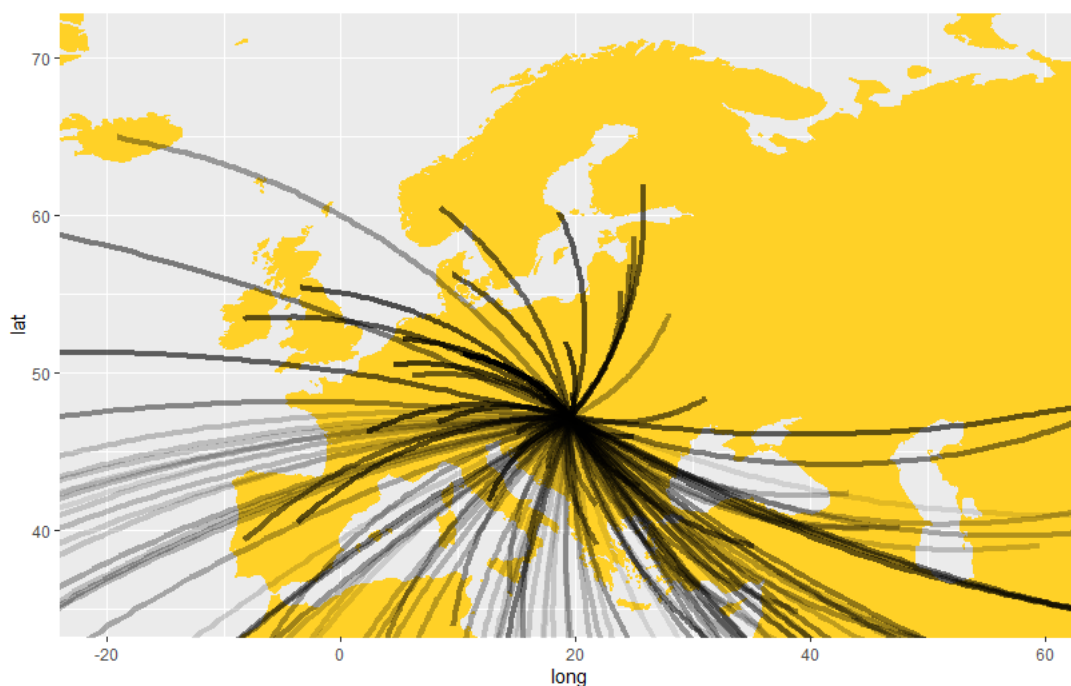
**23. ábra: A magyar vállalatok által megtermelt hozzáadott érték útja
Németországba* (világtérkép)**



* A partnerországot Németországgal összekötő él az átláthatóság érdekében nincs megjelenítve. A görbék vastagsága a beszállított hozzáadott érték nagyságával arányos.

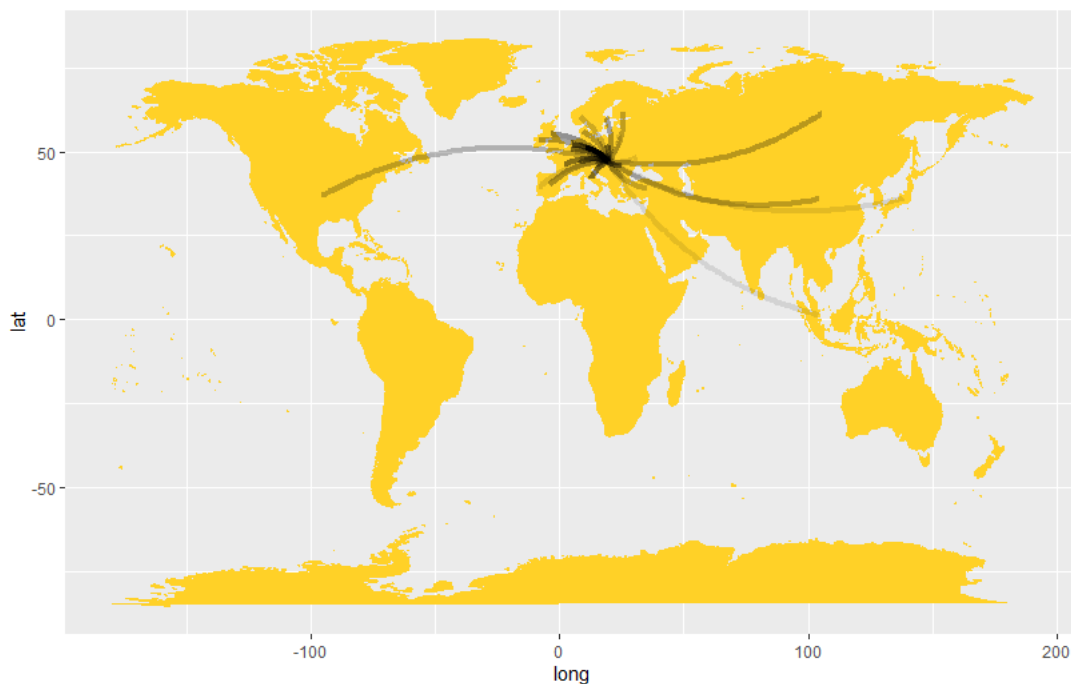
Forrás: Eora adatok alapján saját számítások (R25-ös kód)

**24. ábra: A magyar vállalatok által megtermelt hozzáadott érték útja
Németországba* (Európa)**



* A partnerországot Németországgal összekötő él az átláthatóság érdekében nincs megjelenítve. A görbék vastagsága a beszállított hozzáadott érték nagyságával arányos.
Forrás: Eora adatok alapján saját számítások (R25-ös kód alapján)

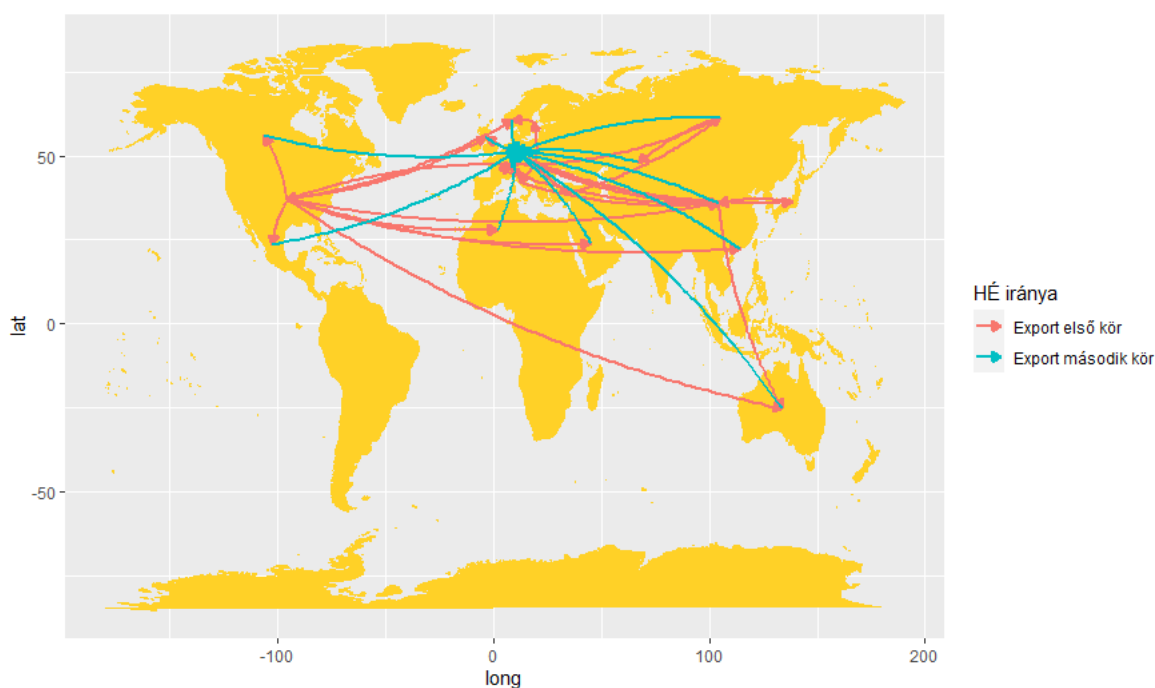
**25. ábra: A magyar vállalatok által megtermelt hozzáadott érték útja
Németországba* (top30 partner, világtérkép)**



* A partnerországot Németországgal összekötő él az átláthatóság érdekében nincs megjelenítve. A görbék vastagsága a beszállított hozzáadott érték nagyságával arányos.
Forrás: Eora adatok alapján saját számítások (R25-ös kód alapján)

A német-magyar hozzáadott érték beszállításában (első körös vizsgálat alapján) tehát főleg európai országok vesznek részt, az első harminc legnagyobb közvetett partner között csupán (beszállított hozzáadott érték nagyság szerint) Oroszország, Kína, USA, Törökország, Japán és Szingapúr szerepel nem európai országgént a listán. A második körös közvetett partnereket vizsgálva a legnagyobb partnerek már Európán kívül vannak: Magyarország → USA → Kanada → Németország útvonal van az első helyen, majd Magyarország → USA → Kína → Németország következik. Ennek oka feltehetően az, hogy a legnagyobb közvetlen partnerektől a hozzáadott érték döntő része Németországba áramlik, így a második körre már csak csekély mértékű hozzáadott érték áramlik követően a rendszerben (például Magyarország → Ausztria → USA → Németország útvonalon).

26. ábra: A magyar vállalatok által exportált hozzáadott érték útja Németországba (top30 partner, második kör, világtérkép)



Forrás: Eora adatok alapján saját számítások (R26-ös kód alapján)

**17. táblázat: A magyar vállalatok által exportált hozzáadott érték útja
Németországba (top30 partner, második kör)**

Forráspont	Partner1	Partner2	Desztináció	Hozzáadott érték (ezer USD)
HUN	USA	CAN	DEU	9343366,0
HUN	USA	CHN	DEU	602997,1
HUN	FRA	CHN	DEU	334644,9
HUN	JPN	CHN	DEU	326674,1
HUN	USA	MEX	DEU	298616,6
HUN	USA	DZA	DEU	295293,1
HUN	USA	HKG	DEU	252959,8
HUN	USA	GBR	DEU	240086,6
HUN	USA	SAU	DEU	239771,0
HUN	NLD	CHN	DEU	234214,2
HUN	TUR	RUS	DEU	209328,3
HUN	SWE	NOR	DEU	169149,4
HUN	USA	AUS	DEU	165779,9
HUN	CHN	AUS	DEU	165300,7
HUN	USA	NOR	DEU	141905,3
HUN	FRA	CHE	DEU	137363,4
HUN	ITA	CHN	DEU	137003,0
HUN	NLD	GBR	DEU	135062,9
HUN	RUS	KAZ	DEU	97862,4
HUN	ITA	CHE	DEU	96469,8

Forrás: Eora adatok alapján saját számítások (R26-ös kód alapján)

6.3 A magyar járműipar és egyéb ágazatok által termelt hozzáadott érték export áramlása

A fentebb bemutatott eredmények meglehetősen aggregáltak, hiszen nemzetgazdasági szinten jelenítik meg a hozzáadott érték áramlását, amely így a gazdaság összes ágazatát tartalmazza, a feldolgozóiparral és a szolgáltatásokkal együtt. A pontosabb kép érdekében érdemes lehet a járműipar értékláncát külön megvizsgálni. Természetesen ebben az esetben is a közvetlen kapcsolat a legerősebb (Magyarország → Németország), azonban az első körös partnereken keresztül való beszállításban (sorrendben) Ausztria, Csehország és Szlovákia dominál, de az összes európai járműipari központ országa megtalálható az top30 közvetett partner között. A láncon jelen van az USA, és kis mértékben Japán, Kína, Dél-Korea, és Thaiföld, mint Európán kívüli országok.

27. ábra: A magyar járműipar Németországba* áramló hozzáadott értékének térképe



* A partnerországot Németországgal összekötő él az átláthatóság érdekében nincs megjelenítve. A görbék vastagsága a beszállított hozzáadott érték nagyságával arányos.
Forrás: Euro adatok alapján saját számítások (R25-ös kód alapján)

Ágazati bontásban közvetetten a magyar járműipar jellemzően a partnerország szintén járműipari ágazataiba szállítanak be, de előfordul elektronikai, gépipari, és vegyipari ágazatokba való beszállítás is. Nem egy esetben a közbenső partner valamelyik európai állam pénzügyi ágazata (például Svájc, Luxemburg), ami arra utal, hogy a különféle finanszírozási formák egy-egy esetben nagyobb értéket tehetnek ki, mint maguknak a termékeknek az exportja⁶⁰. Németország mellett érdemes megvizsgálni a többi európai nagy járműipari hozzáadott érték importőr hálózatát. A regionális kapcsolati rendszer minden esetben egyértelműen domináns, Németország szerepe pedig az összes vizsgált országban az elsőszámú magyar hozzáadott érték beszállító partner.

⁶⁰ A jelenség statisztikai számbevitelre gyakorolt hatásáról az 3. fejezet szól.

28. ábra: Magyar járműipari vállalatok hozzáadott érték beszállítása közvetett partnereken keresztül a V4-országokba, valamint Romániába

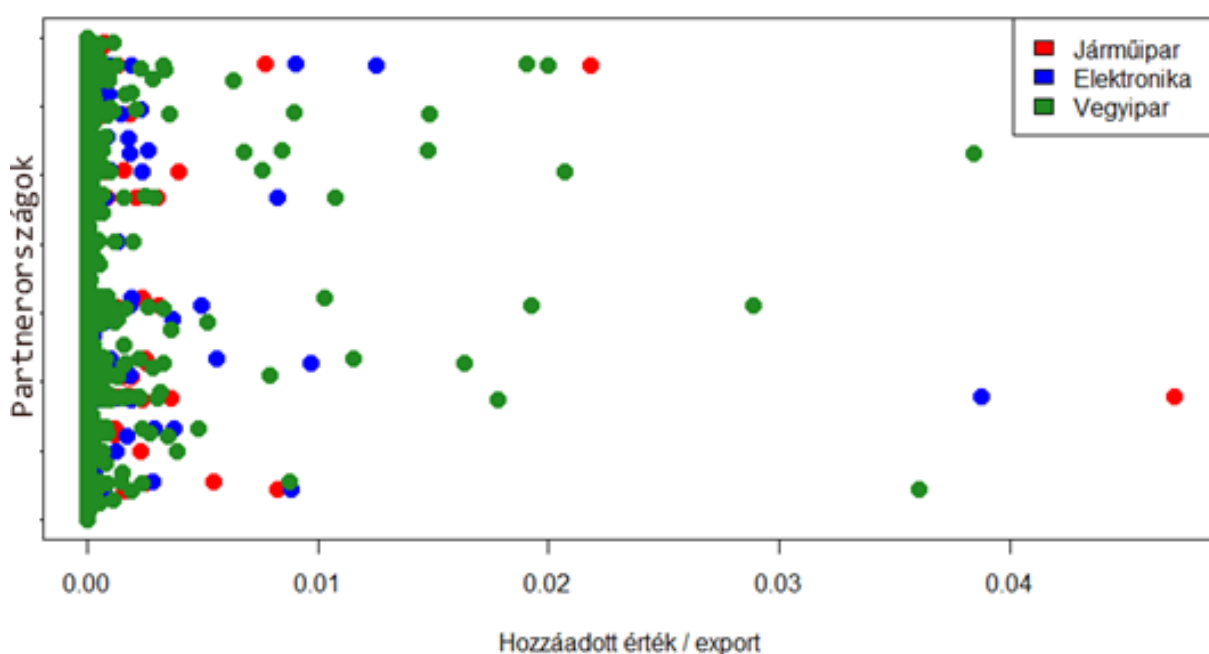


Forrás: Eora adatok alapján saját számítások (R25-ös kód alapján)

Annak ellenére, hogy a járműipar globális ágazatnak tekinthető, igen koncentrálnak számít az értékláncok szempontjából Magyarországon, mivel Németországon kívül csupán a hozzáadott érték kereskedelmet a környező országok dominálják. Ezzel szemben a vegyiparban több olyan út is létezik, amelyen a magyar hozzáadott érték tovább „megmarad” a bruttó hazai export arányában (lásd 29. ábra), mint például a

Németországba, Olaszországba, az USA-ba, Romániába vagy Ausztriába irányuló exportban. A 29. ábra Magyarország három ágazatának (járműipar, elektronika és vegyipar) összes lehetséges országba és ágazatba (összesen 35 ezer darab) beszállított hozzáadott érték eloszlását mutatja a magyar ágazat bruttó exportjának arányában. Ez utóbbival való korrekció két célt szolgál, egyrészt korrigálja a volumenben meglévő különbségeket, továbbá az eredeti ágazat méretéhez igazítja a közvetett módon beszállított hozzáadott értékeket⁶¹.

29. ábra: Néhány magyar ágazat globális hozzáadott érték export útjának első köre az összes célország szerint



Forrás: Eora adatok alapján saját számítás

A fenti 29. ábra arról árulkodik, hogy vannak olyan külföldi ágazatok, amelyekkel a kapcsolat mindhárom ágazatban jelentős. Ezek jellemzően a már említett országok rokon ágazatai (például a magyar járműiparnak az osztrák vagy szlovák járműipar). Ezen kívül a vegyipar jelentőségére is felhívja figyelmet, mivel több (jellemzően szintén rokon) ágazatba is be tud annyi hozzáadott értéket szállítani, amely tovább „megmarad” az értékláncban.

⁶¹ Felmerülhet a kérdés, hogy miért nem a partnerország exportjához viszonyítottuk az általa tovább exportált magyar hozzáadott értéket? Ekkor azonban felülértékelődnek olyan országok, amelyekkel a kapcsolat nem jelentős.

6.4 Összefoglalás, következtetések

Ebben a fejezetben a magyar hozzáadott érték export útjának feltárására mutattunk be egy strukturális feltáráson alapuló módszert. A beszállított hozzáadott érték már korábban is ismert volt, azonban az ajánlott eljárás képes dezaggregálni az exportot közvetlen és közvetett értékekre. Ezek alapján egy tetszőleges ország vagy ágazat párban meghatározható, hogy az importőr országhoz milyen útvonalakon jut el az exportőr ágazat által kibocsátott hozzáadott érték. Figyelembe kell azonban venni, hogy a magas számításigény miatt korlátozottan lehet feltárni a kapcsolatokat, az első két kör, vagyis az egy és két közvetítőn keresztül eljutó hozzáadott érték még feldolgozható adatmennyiséget képvisel.

Az eredmények alapján az derül ki, hogy a magyar vállalatok által exportált hozzáadott érték elsősorban Európában jár be utat, de kis mértékben az USA-ba, Japánba és Kínába is eljut, hogy aztán visszajusson rendeltetési helyére. A környező országok hálózata rendkívül hasonló. A kiemelten vizsgált Németország, mint célország felbontásában jellemzően Ausztria dominál közvetítő partnerként, de a V4-országok, valamint más nyugat-európai országok is szerepet kapnak. A 2015. évi adatok alapján készült vizsgálatban Kína szerepe nem jelentős, azonban az USA a legnagyobb Európán kívüli közvetítő országnak számít nem csak Magyarországnak, hanem a többi régiós ország számára is.

A járműipart megvizsgálva a hálózatok az átlagosnál jobban globalizáltak, de továbbra is erős az európai hatás, amelyben mind Magyarország, mind a V4-országok és Románia számára Ausztria, valamint a régiós országok alkotják a legjelentősebb kapcsolatot, mi nagymértékű egymásrautaltságot fémjelez.

Ezzel szemben a magyar vegyipari vállalatok által exportált hozzáadott érték jellemzően „tovább megmarad” a közvetítő országok exportjában, így sokkal globalizáltabbnak tekinthető, mint a hazai járműipar vagy az elektronikai ágazat.

A vizsgálat a későbbiekben tetszőlegesen továbbfejleszthető a késztermék felhasználásra, mint célországra, amely az értéklánc lezárásának tekinthető. Jelen vizsgálattal azonban az volt a célunk, hogy az értékláncok „tisztá” részét vizsgáljuk meg, vagyis azokat a termelési szakaszokat, amelyekben félkész termékeket exportálnak.

7. Szekvenciák feltárása a regionális járműipari kereskedelemben

A komplex termelési folyamatok nagy számú tevékenységet foglalnak magukba. Egyes előállítási szakaszok szigorú sorrendet követnek, míg más szakaszok felcserélhetők. A termelési és kereskedelmi adatok azonban ezeket a szekvenciákat teljesen elfedik, mivel azok az aggregált statisztikai adatokból nem állapíthatók meg. Ahhoz azonban, hogy egy termelési hálózatról teljes kép álljon rendelkezésre, a dinamikai tulajdonságokra is szükség van. Az előállítási, kereskedelmi folyamat feltárásának három szempontból van jelentősége, amelyek most bemutatásra kerülnek.

7.1 A statikus hálózatok dinamikájának becslése

A rendelkezésre álló statisztikai adatok elsősorban az értéklánc statikus feltárására alkalmasak. Idősoros adatok elérhetőségének függvényében azonban a felrajzolt hálózatok dinamizálhatók lennének. Sajnos azonban az IO adatok nem állnak rendelkezésre olyan frekvenciatartományban, amely alapján a szekvenciák feltárhatók. A termelési hálózatok a korábban (5. fejezetben) bemutatott módszerek segítségével értékelhetők, mivel minden csomópontból megállapítható, hogy mennyire integrált a hálózatba (*centralitás*), mennyire erősek a kapcsolatai (*fokszám*), valamint milyen irányúak a kapcsolatok (*irányítottság, be- és kiáramlás*). A szomszédsági mátrix birtokában a hálózatok tetszőleges szerkezetben felrajzolhatók, azonban a folyamatok csak abban az esetben becsülhetők, ha a csomópontok rendelkeznek a sorrendiséget meghatározó tulajdonsággal.

Fontos megjegyezni, hogy a szekvencia becslése ebben az esetben utólag, már egy létező hálózaton történik, szemben a hagyományos folyamatok vizsgálatával. Ez utóbbi esetben a vizsgálatok célja jellemzően az útvonalak egyszerűsítése, amely feltételezi, hogy a csomópontok, élek kihagyhatók, törölhetők, feltéve, ha létezik valamilyen szempontból (költség, hatékonyság, gyorsaság stb.) jobb útvonal.

9. Definíció: Legyenek $T: \{t_1, t_2, \dots, t_i\}$ termelési halmaz elemei, ahol t_i a t termelési tevékenységet, i pedig a tevékenység sorrendjét jelenti a termelési folyamatban. Tegyük fel, hogy T termelési halmaz T_i , $i \in \mathbb{N}^+$ részhalmazra bontható, azaz $T_i \subseteq T$ és $\bigcup_{i=1}^m T_i = T$. $T_i: \{t_i, \dots, t_k\}$, $k \leq i$ tartalmazza azokat a termelési tevékenységeket,

amelyek sorrendje tetszőlegesen felcserélhető, továbbá $T_n, \dots, T_m \subseteq T$, $n < m$ termelési részhalmazok legyenek sorba rendezhetők. Maher et al. (2008) alapján legyen

$K: (\{t_i, \dots, t_j\} \in T_i, \{t_k, \dots, t_k\} \in T_j, \{t_l, \dots, t_m\} \in T_k), (T_i, T_j, T_k) \subseteq T$ korlát. K értelmezése a következő: a termelés főbb szakaszokra bontható, amelyeken belül a tevékenységek sorrendje tetszőlegesen megválasztható, de a főbb termelési szakaszok szekvenciája rögzített.

Az értékláncban elfoglalt pozíciók szekvenciák feltárása

A 4 fejezetben bemutatásra került mutatók többsége bázisviszonyszám, ahol a bázis jellemzően olyan aggregátum, amely a termékek (vagy szolgáltatások) aktuális áron meghatározott értékét tartalmazza. Ennek folyamánya, hogy egy értéklánc keretein belül megvalósuló termelés adott szakaszában a bázisként szolgáló aggregátum kumuláltan tartalmazza a többi termelő által megtermelt hozzáadott értékek részösszegét. Ezért a bázisviszonyszámok értéke változatlan számláló mellett fordítottan arányos a termelési szekvenciában elfoglalt pozícióval, azaz $\frac{c}{B} \propto B^{-1}$, ahol c a vizsgált termelő által előállított hozzáadott érték, B pedig a korábbi termelési szakaszokban, más termelők által előállított kumulatív részösszeg: $B: \{T_1, T_2 \dots T_N\}$, és $T_i = \sum_{i=1}^n t_i$, valamint $B = \sum_{j=1}^N T_j$, ahol T_i a termelési részhalmazt, $t_i \in T_i$ pedig a termelési tevékenység során keletkezett hozzáadott értéket jelöli.

Belátható, hogy egy olyan termelő, amely egy olyan T_i termelési szakaszban végez termelést, ahol a termelési tevékenységek felcserélhetők, eltérő bázisviszonyszám jön létre a termelési szakasz elején, mint a végén. Mivel a termelési tevékenység sorrendje tetszőleges, ezért érdemes a bázisviszonyszámot a szekvencia szerint korrigálni. Ennek legegyszerűbb módja, ha bázisnak a fogyasztó által fizetett végső árat választjuk, ez azonban aggregált adatok esetében nem ismert. Ebben a fejezetben olyan módszerek kerülnek bemutatásra, amelyek alkalmasak lehetnek többváltozós idősorok szekvenciáinak becslésére. Ugyanakkor, a becsült sorrend önmagában feltehetően nem alkalmas a korrekcióra, mivel diszkrét adatnak minősül, amely folytonos adatok indexálására nem alkalmas⁶², így inkább csak kiegészítő adatként szolgál, információtartalma azonban ettől függetlenül valószínűleg magas.

⁶² A szekvenciák adatosztálya ordinális (de tekinthetők nominálisnak is), amely alkalmas a relációk felállítására, azonban nem vektortérben végezhető műveletek nem végezhetők velük.

A kereskedelmi hálózatban elfoglalt pozíciók valósághűbb ábrázolása

Az egy értékláncon elhelyezkedő ágazatokat hagyományosan egyenrangúként szokás kezelni, és ábrázolni (Cappariello et al., 2020). Előfordul, hogy a csomópontok is súlyt kapnak, amely az összes előállított hozzáadott értékkel arányos (Li et al., 2019). Egyik sem tükrözi azonban a vizsgált lánc hierarchiáját, sőt a méretükben nagyobb ágazatokat előnyösebben jeleníti meg. Közös vonása ezeknek az ábrázolásoknak, hogy a kereskedelmet egyrétegű hálózatként jelenítik meg, minden ágazatot az országok mentén aggregálva. Ezekből a struktúrákból ugyan levezethetők a kommunalítások (Barigozzi et al., 2011) és klaszteresedések (Sturgeon et al., 2008), azonban az aggregáltság miatt az információvesztés nagy valószínűséggel jelentős mértékű. Az ágazatok dezaggregációja már többrétegű hálózatokat eredményez, és rávilágít arra, hogy a hálózatokban betöltött szerep nem korrelál a gazdaság méretével (Alves et al., 2019). Egy korábbi tanulmányukban Alves et al. (2018) egy iparágak közötti többrétegű hálóval reprezentálták a világkereskedelmet úgy, hogy az országon belüli kereskedelemet egyrétegű gráfként, az országok közötti áru és szolgáltatáscserét pedig dimenzionálisan eltolva ábrázolták. Megfigyelték, hogy időben és a rétegek számának emelkedésével együtt növekszik a rendszer entrópiája is, amely csúcsát a 2008-as válság évében érte el. Megjegyzik, hogy a véletlenszerűség növekedése csökkenti a rendszer stabilitását és rombolja belső struktúráját, ami összeomláshoz vezethet.

A fentebb említett vizsgálatok hátránya, hogy bár idősoros adatokat használnak fel, az alacsony frekvenciájú (éves) periodicitás miatt nem képesek megragadni a rendszer dinamikáját. Gyakoribb adatsor az IO táblák esetében sajnos nem áll rendelkezésre⁶³, azonban kereskedelmi adatokból elérhető a havi periodicitású adatbázis. Sajnos azonban többek között az 3. fejezetben már ismertetett hivatali statisztikai problémák miatt azonban a külkereskedelmi adatok nem tudnak az IO táblák tökéletes helyettesítőjeként szolgálni. Mindazonáltal a vizsgált kérdéskör jelentős szűkítése mellett továbbra is lehetséges a dinamika feltárása, amelyekre több módszer is kínálkozik, sajnos azonban univerzálisan egyik sem megfelelő.

⁶³ Érdemes megjegyezni, hogy módszertani szempontból negyedéves periodicitású IO adattáblák előállítása lehetséges lenne, azonban olyan számítókapacitást igényel, hogy hagyományos eszközökkel nagyon hosszú időbe telne az algoritmusok eredményes futtatása.

7.2 Szekvenciák többváltozós idősorokban⁶⁴

Többváltozós esetben a szekvenciák feltárására számos módszer kínálkozik, amelyek direkt vagy indirekt választ adhatnak a vizsgált idősorok közötti fáziseltolásokra. Ezek közül a legegyszerűbb a **kereszt-autokorreláció**, amely két véletlen változó között mért időben eltolt korrelációját jelenti. Idősorok esetében (mindkét változó autokorrelációs függvénye nem nulla) a kereszt-korreláció lényegében egy normalizált kereszt-kovariancia függvény, mivel a normalizálás következtében az eredmény egy $[-1; +1]$ intervallumban várható. Értelmezése megegyezik a „hagyományos” Pearson-féle korreláció értelmezésével. Jelanalízisben két azonos, vagy nagyon hasonló jel közötti fáziseltolás mérésére alkalmas. Formális egyenlete a következő:

$$\rho_{XY}(\tau) = \frac{1}{\sigma_X \sigma_Y} E[(X_t - \mu_X)(Y_{t+\tau} - \mu_Y)] \quad (34)$$

ahol,

$\rho_{XY}(\tau)$: X és Y vektor közötti kereszt-korreláció τ időeltolás mellett.

σ_X : X változó szórása

σ_Y : Y változó szórása

$E[\cdot]$: várható érték

μ_X : X változó várható értéke

μ_Y : Y változó várható értéke

t : idő

τ : időeltolás

Feltételezzük, hogy X és Y változók többdimenzionálisan stacionáriusak, azaz

$$F_{XY}(x_{t_1}, x_{t_2}, \dots, x_{t_n}, y_{t_1}, y_{t_2}, \dots, y_{t_n}) = F_{XY}(x_{t_1+\tau}, \dots, x_{t_n+\tau}, y_{t_1+\tau}, \dots, y_{t_n+\tau}) \quad \forall \tau, t_n. \quad (35)$$

A két változó közötti legvalószínűbb időeltolás $\rho_{XY}(\tau)$ maximális értéke a vizsgált időszávban. A kereszt-korreláció bivariáns mérőszám, azaz csak két változó között képes mérni az asszociációt, továbbá igen érzékeny a nemlineáris kapcsolatokra. A legnagyobb probléma azonban elsősorban, hogy csak az állandósult, determinisztikus kapcsolatokat képes csak feltárni. Mindezek ellenére alkalmas lehet a szekvenciák azonosítására,

⁶⁴ Ez az alfejezet részben Vakhal (2017) munkájára épül.

amennyiben sikerül azonosítani azokat a viszonylag rövid intervallumokat, amelyekben érvényesül a függvényszerű viszony a változók között.

Más szavakkal a termelési láncokban az időeltolás nem állandó, részben azért, mert a túlzott aggregáltság miatt több értéklánc is keveredik, így nem tudni, hogy mikor, melyik hatása érvényesül. Másrészt a technológiai fejlődés, valamint az állandó és intenzív verseny folyamatos változásokat idéz elő a szekvenciákban. A termelés áthelyeződhet, illetve megváltozhat (például egy más típust kezdenek gyártani, a régit pedig fokozatosan kivonják), így a beszállítói lánc akár középtávon is megváltozhat. Ugyanakkor, ha sikerül olyan viszonylag szűk szegmenseket azonosítani, ahol a beszállítói struktúra viszonylagosan állandó, úgy a kereszt-korreláció visszaigazolhatja két ország között a szekvenciát.

A szekvenciák feltárásának egy további lehetséges módszere az idősorok **spektrál felbontása**, és a fáziseltolások vizsgálata. A módszer tömören a következő (Koopmans, 1995): Legyen $X(t) = \{x_1, x_2, \dots, x_t\} \in \mathbb{R}$ stacionárius idősor. Ekkor a Fourier-transzformáció alapján $x(t) = \sin \lambda t$, ahol $\lambda \in \mathbb{R}^+$, és $t \in \mathbb{N}$. Legyen továbbá $\lambda T = 2\pi$, ahol T az egy teljes ciklushoz szükséges idő. Ismert, hogy a frekvencia az $f = T^{-1}$ alapján számolható, így adódik, hogy $\lambda = 2\pi f$, ami a szögfrekvencia. Vezessük be $A \in \mathbb{R}^+$ amplitúdó, és $\varphi \in \mathbb{R}$, $-\pi < \varphi \leq \pi$ fázis (dimenziómentes skalár, amely a szinuszoid eltolást szabályozza) változókat, amelyek segítségével tetszőleges számú és hosszúságú $y(t)$ ⁶⁵ stacionárius *monokromatikus* idősor generálható: $y(t) = A \sin(\lambda t + \varphi)$, $-\infty < t < +\infty$ esetekre. Több ilyen monokromatikus függvényből „kikeverhető” $x(t)$ idősor, és az így létrejövő harmonikus függvény:

$$x(t) = \sum_{\lambda} A_{\lambda} \sin(\lambda t + \varphi), -\infty < t < +\infty \quad (36)$$

ami $x(t)$ **spektrális reprezentációja**. Kihasználva a $\sin(\alpha + \beta) = \sin \alpha \cos \beta + \cos \alpha \sin \beta$ trigonometrikus azonosságot:

$$x(t) = \sum_{\lambda} (a_{\lambda} \sin \lambda t + b_{\lambda} \cos \lambda t), -\infty < t < +\infty \quad (37)$$

egyenlet adódik, ahol $a_{\lambda} = A_{\lambda} \cos \varphi_{\lambda}$, és $b_{\lambda} = A_{\lambda} \sin \varphi_{\lambda}$. φ_{λ} fázis értékeinek becslése a $C(\tau)$ autokovarianca függvényből történik, amely a következő:

$$C(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^T x(t + \tau) x(t) dt \quad (38)$$

⁶⁵ A félreértések elkerülése végett alkalmaztuk az $y(t)$ jelölést.

ahol τ egy tetszőleges késleltetési paraméter. A spektrumok $C(\tau)$ Fourier-transzformációjának segítségével állíthatók elő⁶⁶. A hullámhosszok birtokában A amplitúdó lineáris regresszió felhasználásával becsülhetők. A spektrálanalízis egyik nagy előnye a **fáziseltolás** becslése két idősor között.

7.3 Idősorok hálózati reprezentációja

Az univariáns idősorok önmagukban is számos információt hordozhatnak. Többváltozós esetben azonban a kibontható információ mennyisége jelentősen túlmutat az egyszerű korrelációs kapcsolatok feltárásán (például kointegráció (Kovács E., 1989)), vektor-autoregresszív modellek (Lütkepohl, 2006), GMM (Arellano & Bond, 1991) stb.).

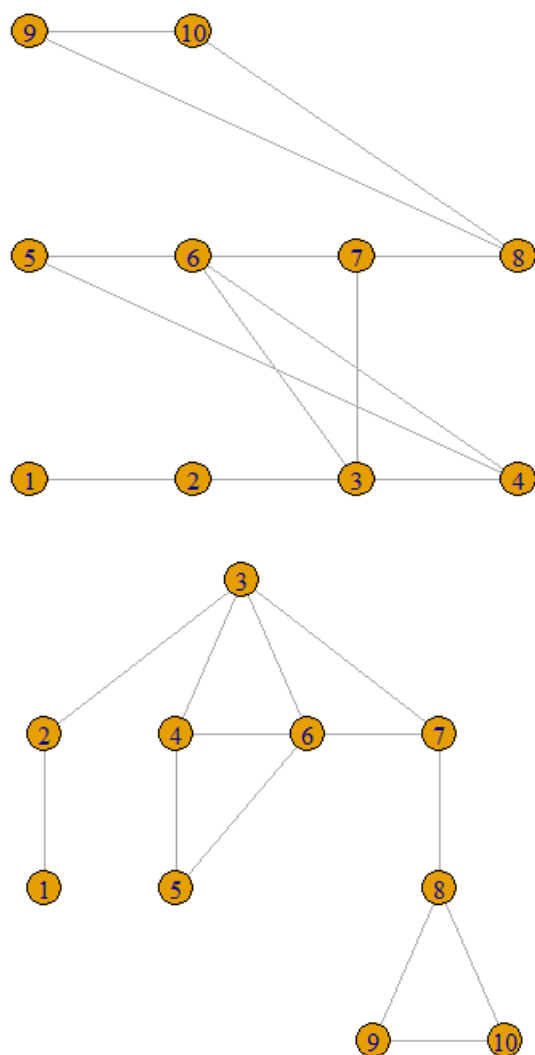
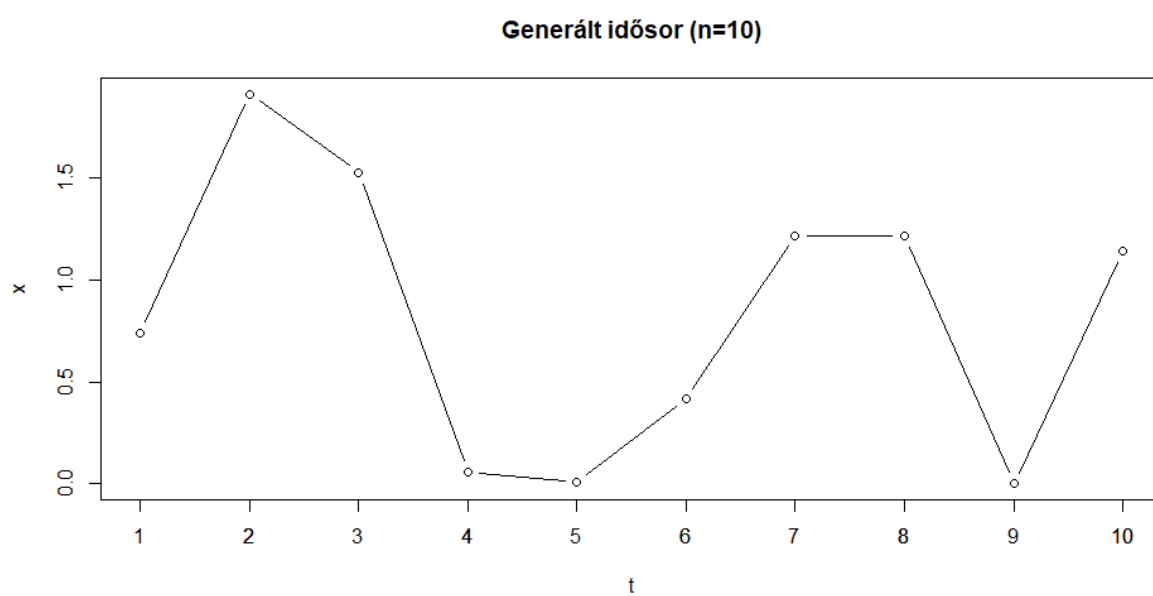
Az egyváltozós idősorok hálózati reprezentációja Lacasa et al. (2008) nevéhez fűződik, akik egy új megközelítést, az úgynevezett **látható gráfokat** (VG) vezettek be. Legyen $X_t: \{x_1, x_2 \dots x_n\}$ idősorban két tetszőleges $\{t_i, t_j\} \in T$ időpontban kiválasztott $\{x_i, x_j\} \in X_t$ elem. Legyen továbbá legalább egy olyan $t_k \in T$ időpontban mért $x_k \in X_t$ elem, amelyre teljesül, hogy $t_i < t_k < t_j$. Azt mondjuk, hogy x_i és x_j láthatók egymás számára, ha teljesül a következő egyenlőtlenség:

$$x_k < x_j + (x_i - x_j) \frac{t_j - t_k}{t_j - t_i} \quad (39)$$

Ha a fenti egyenlőtlenség teljesül, akkor a két időpont, amely a hálózat csúcsait reprezentálja, egy éllel összeköthető. A kapcsolat úgy interpretálható, hogy az egyik időpont „rálát” a másikra, mivel a két időpont között csak kisebb értékkel rendelkező időpontok helyezkednek el. A következő 30. ábra egy generált idősor látható gráfját mutatja be kétféle reprezentációban.

⁶⁶ Erről részletesen lásd Welch (1967).

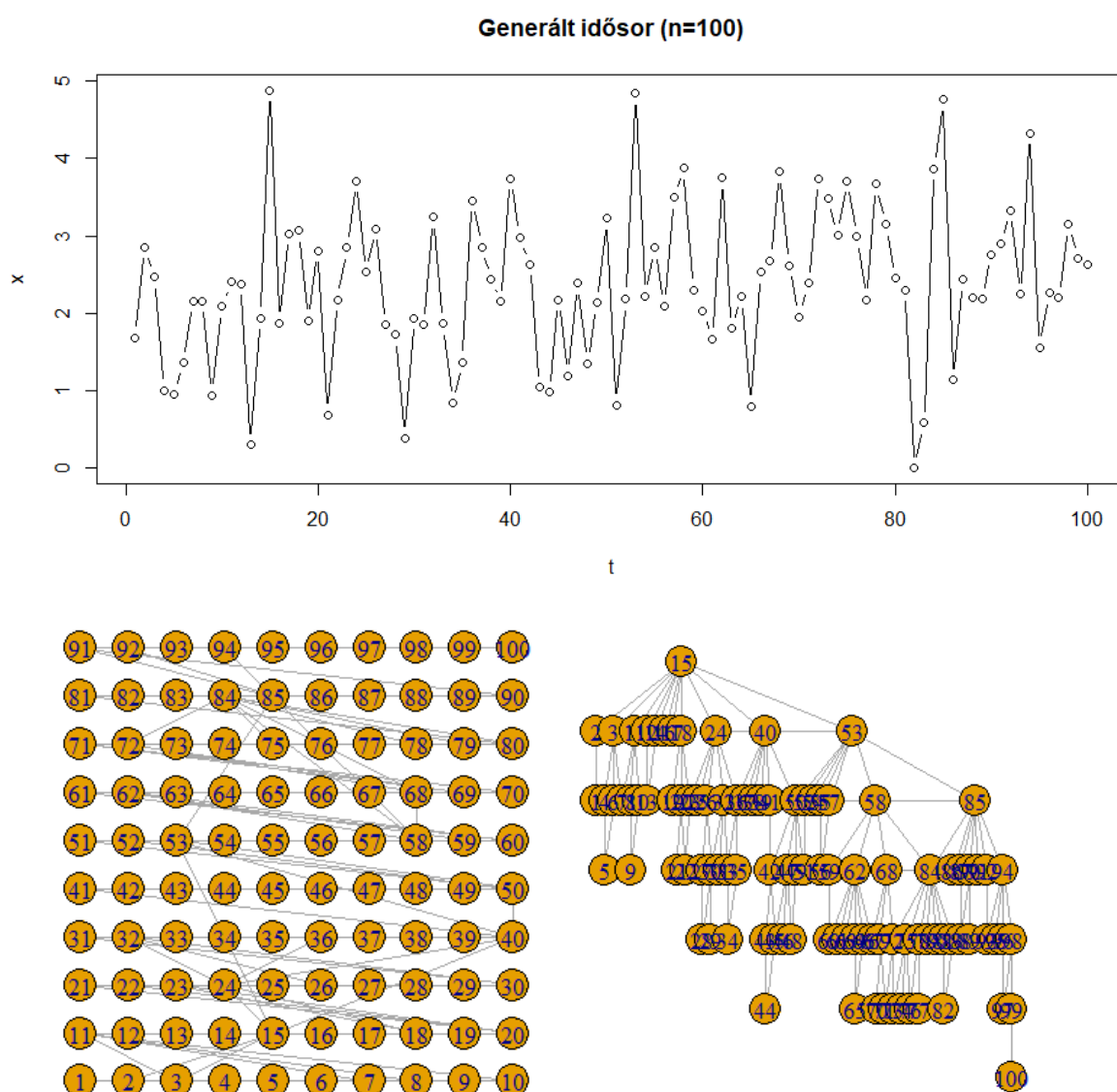
30. ábra: Generált idősort látható gráfja



Forrás: generált idősor (R2. kód)

Az ábrák értelmezése a következő: bár a második időpontban lévő érték a legmagasabb, mégis a harmadik időpont jelenti a gráf induló pontját, mivel a második pont „nem lát rá” csupán az első és a harmadik pontra, a többi pontra nem, mivel azokat a harmadik pont „takarja”. A harmadik csúcsból a második, negyedik, hatodik és hetedik csúcsokra „látni rá”, az ötödikre nem, mert azt „árnyékolja” a negyedik. A fenti, 30. ábra csupán egy 10 elemű idősorról készült, ami azonban látni engedeti a módszertan lényegét. Az algoritmus „ereje” egy hosszabb idősornál látszik igazán, itt azonban az értelmezés is sokkal nehezebb. A következő 31. ábra egy 100 elemű véletlen idősor VG gráfját mutatja.

31. ábra: Generált idősor látható gráfja



Forrás: generált idősor (R3. kód)

A VG hálózatokon látható az idősor kapcsolódási szerkezete, a dinamika azonban ebben az esetben természetesen nem értelmezhető⁶⁷. Két vagy több idősor közötti szekvenciák megállapításához a hálózati reprezentációt is magasabb dimenzióba szükséges helyezni.

Többváltozós idősorok hálózati reprezentációja

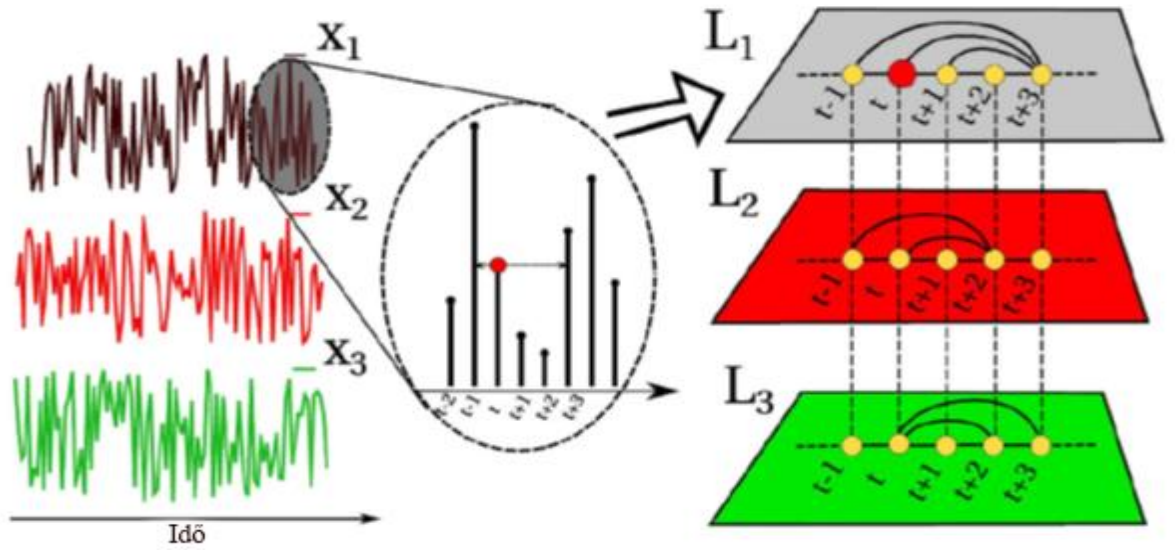
Az univariáns esetre definiált VG gráfok többváltozós esetekre is könnyen kiterjeszthetők Luque et al. (2009) alapján. Legyen $\{x_i\}_{i=1\dots N} x_i \in \mathbb{R}$ N darab idősor. Bár az idősorok momentumaira vonatkozóan nincs megkötés, még Luque et al. (2009) munkájában sem, ahol véletlen idősorokon tesztelték a módszert, feltehetően érdemes lehet az idősorokat $[0;\infty]$ intervallumon standardizálni, hogy az eltérő várható értékek ne okozzanak torzítást. A standarizálás az adatok eloszlását nem változtatja meg. Két különböző idősor univariáns reprezentációjában található $x_i \in X_k$ és $x_j \in X_l, k \neq l$ csúcs akkor köthető össze egy horizontális éllel, ha a következő geometriai egyenlőtlenségi kritérium teljesül:

$$x_i, x_j > x_n \quad \forall n: i < n < j \quad (40)$$

Az eljárás során M idősor esetében elkészítendő a VG-k minden univariáns idősorra, amelyek horizontálisan a fenti egyenlőtlenség fennállása esetén összeköthetők, és kialakítható belőlük a többdimenziós horizontális látható gráf (HVG). Legyen $A = \{A^1, A^2 \dots A^M\}$ az $1, 2, \dots, M$ univariáns idősorokhoz tartozó szomszédsági mátrixok halmaza, ahol $a_{ij} = 1$, akkor és csak akkor, ha az i és j csúcsok egy irányítatlan éllel össze vannak kötve. A következő 32. ábra az $M=3$ esetet mutatja be:

⁶⁷ Mivel az univariáns idősor önmaga tartalmazza a szekvenciát, amelyet $t_i \in T$ határoz meg, ahol i a sorrend indexe.

32. ábra: Látható gráfok horizontális összekötésének reprezentatív esete



Forrás: Lacasa et al. (2015) alapján

A HVG diagramból következtetéseket lehet levonni a hálózatként megjelenített idősorok dinamikájára vonatkozóan. Legyen $X = \{x_t^1, x_t^2, x_t^3\}$ háromdimenziós idősorban egy tetszőleges x_t^1 érték az első idősorból. Az algoritmus ekkor megvizsgálja $[x_{t-\varepsilon}^2, x_{t+\varepsilon}^2]$ és $[x_{t-\varepsilon}^3, x_{t+\varepsilon}^3]$ környezetét, ahol $\varepsilon \in \mathbb{N}$ az időeltolást jelöli, és a fentebb említett eljárás szerint elkészíti $A^{|X|t \times |X|t}$ szomszédsági mátrixot, ahol $|X|$ az X halmaz elemeinek számát jelenti, azaz ez esetben $A^{3t \times 3t}$ négyzetes, szimmetrikus blokkmátrixot (az egyszerűség kedvéért jelölje: A):

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} = A^T \quad (41)$$

Legyen $s_i = \sum_{j=1}^t a_{ij}, i \neq j$ $A^{t \times t}$ alsó háromszög⁶⁸ szomszédsági mátrix i -edik sorának sorösszege $A_{ij}^{t \times t}$ blokkokban, azaz csak azoknak a kapcsolatoknak a száma⁶⁹, amellyel a csúcs egy másik idősorban lévő csúchoz kapcsolódik. Definiáljuk továbbá d_{ij} változót, ami az összekötött csúcsok időbeli viszonyát fejezi ki a következőképpen⁷⁰:

$$d_{ij} = \begin{cases} i - j & \text{ha } a_{ij} = 1 \\ 0 & \text{ha } a_{ij} = 0 \end{cases} \quad (42)$$

⁶⁸ A szomszédsági mátrix szimmetrikussága miatt.

⁶⁹ Mivel $a_{ij} = [0,1]$, és a hálózat nem irányított, ezért a kapcsolatok száma és a sorösszeg egyenlő.

⁷⁰ Mivel a hálózat nem irányított, így mindegy lenne, hogy a szomszédsági mátrix sorai vagy oszlopait vizsgáljuk, azonban megfelelő az algebrai konvencióknak a sort tekintjük a viszonyítás alapjának.

d_{ij} változó értéke negatív, ha a kapcsolatban a szomszédsági mátrix sorában lévő csúcs időben megelőzi az oszlopban lévő csúcsot. Pozitív az érték, ha a csúcs időben távolabb van a párjától, és 0, ha egyidőben van vele, vagy nincs kapcsolat. A következő egyenlet az idősorok közötti átlagos időbeli eltolást definiálja:

$$d^{ij} = (\sum_{i=1}^t s_i)^{-1} \sum_{j=1}^t d_{ij}, \forall d: i \neq j, s_i > 0 \quad (43)$$

Mivel az átlagos eltolási hosszok kevésbé érdekesek, egy indikátorfüggvény segítségével az eredmény értelmezése jelentősen leegyszerűsíthető:

$$I(d^{ij} > 0) = 1 \quad (44)$$

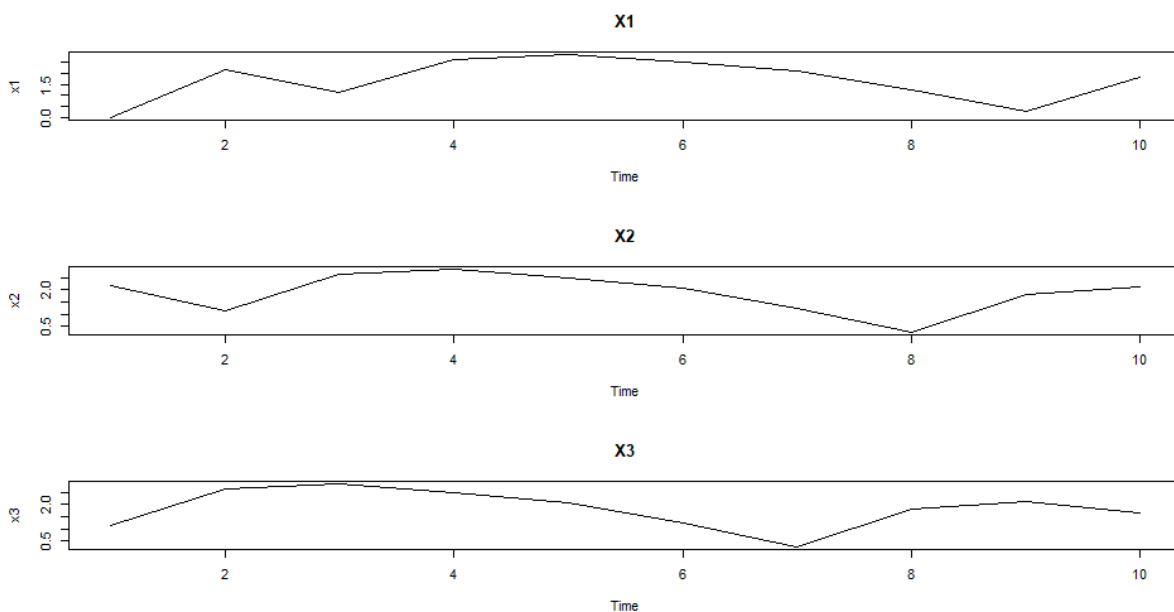
$$I(d^{ij} < 0) = -1 \quad (45)$$

$$I(d^{ij} = 0) = 0 \quad (46)$$

Az indikátorfüggvény alapján tehát eldönthető, hogy két idősor közül „szekvenciálisan” melyik helyezkedik el előrébb.

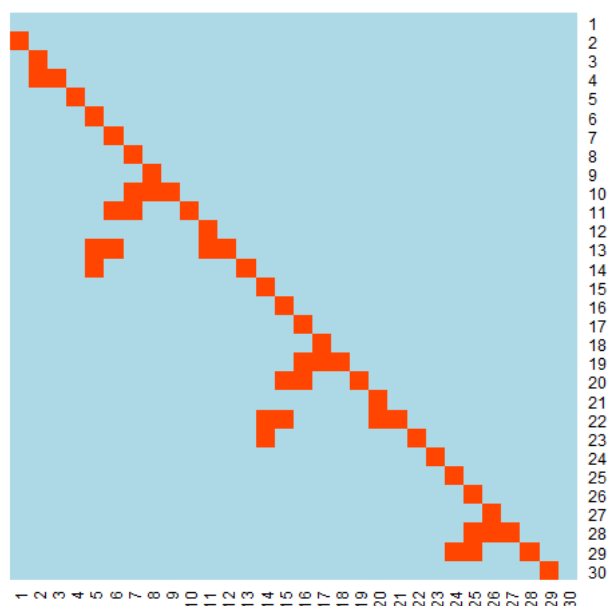
A következő fiktív példa három idősoron keresztül mutatja be a módszer működését. A 10 időegységet tartalmazó idősorok különlegessége, hogy egy időegységgel el vannak tolvá. Időbeli lefutásuk a következő: x_3 , x_2 , és x_1 .

33. ábra: Három időben eltolt (x_3 , x_2 , x_1) fiktív idősor, szomszédsági mátrix, és gráf⁷¹



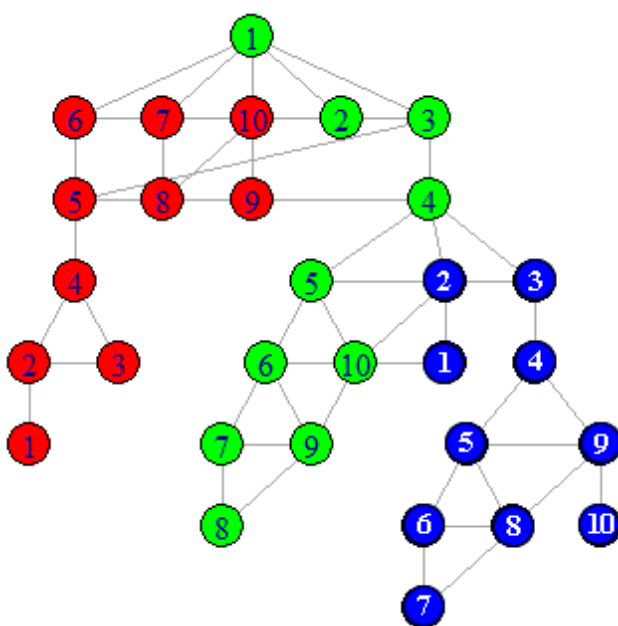
⁷¹ Az ábrák az R4 kód alapján készültek.

A HVG algoritmus lefutása után kapott 30×30 -as szomszédsági mátrix hőértképe a következő:



Megjegyzés: az idősorok sorban rendezkednek el, tízesével tagolódva

A szomszédsági mátrixból rajzolt hálózat, amelyben az $x1$ piros, az $x2$ zöld, az $x3$ pedig kék színt kapott:



Forrás: saját szerkesztés

A szomszédsági mátrix hőértképéből, valamint az idősorok horizontális kapcsolódási pontjaiból látható potenciális sorrend: a *kék* idősor kizárólag magasabb indexű *zöld* csúcsokhoz kapcsolódik, míg a *zöld*, szintén kizárólag magasabb indexű *piros* csomópontokhoz csatlakozik, míg a *kék* és a *piros* között nincs közvetlen kapcsolat. Ez a

következő sorrendet indukálja: *kék* (x_3), *zöld* (x_2) és *piros* (x_1). Példaképpen a $d^{i,j}$ számítása a következő:

$$d^{x_3,x_2} = (2 - 4) + (2 - 10) + (1 - 10) + (3 - 4) = -20 \quad (47)$$

$$d^{x_2,x_1} = (1 - 6) + (1 - 7) + (1 - 10) + (2 - 10) + (3 - 5) + (4 - 9) = -35 \quad (48)$$

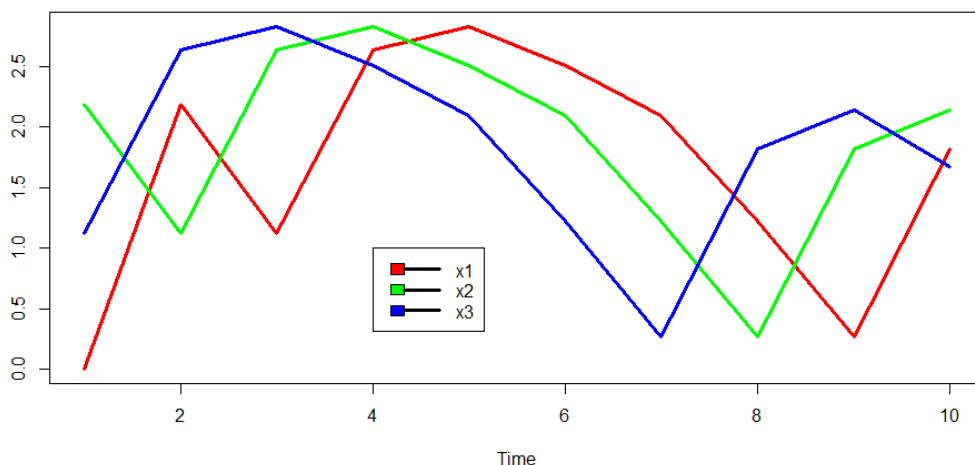
$$I(d^{x_3,x_2}) = -1 \quad (49)$$

$$I(d^{x_2,x_1}) = -1 \quad (50)$$

$$I(d^{x_3,x_1}) = 0 \quad (51)$$

A háromszög-egyenlőtlenség alapján megszerkeszthető a szekvencia: $x_3 \rightarrow x_2 \rightarrow x_1$, ahogy ez az átfedő ábrán is látható:

34. ábra: Az x_1 , x_2 , x_3 idősorok ábrája



Forrás: saját szerkesztés

7.4 Szekvenciasorrendek meghatározása magas dimenziószámú idősorok esetén

Az előző, mindösszesen három idősort tartalmazó példa jól érzékeltette a módszer működési elvét. A szekvenciák három változós esetben relatíve könnyen is meghatározhatók voltak, azonban egy háromnál jóval nagyobb dimenziószámú térben a páros relációkból már nehezebb meghatározni a sorrendet. Erre kínál megoldást a **PageRank** módszer.

A módszer egy sajátvektor alapú algoritmus, amely figyelembe veszi, hogy egy hálózatban az élek milyen jelentőségű csúcsokhoz kötik a csomópontokat.

Általánosságban, ha egy csúcs olyan csúcshoz csatlakozik, amelyik egyébként központi szereplő, akkor ez a kapcsolat „többet ér”, mint egy olyan csúcshoz való csatlakozás, amelyik kevésbé központi szereplő. A központiséget a **centralitáson** keresztül mérjük. Newman (2018) alapján legyen

$$c_i = \alpha \sum_j A_{ij} \frac{c_j}{k_j^{ki}} + \beta, i \neq j \quad (52)$$

ahol,

c_i = i -edik csúcs centralitása

c_j = j -edik csúcs centralitása

α, β =konstansok (lásd később),

A =szomszédsági mátrix⁷²

k_j^{ki} = a j -edik csúcsból kifelé mutató élek száma (ahol $E(j)=0$, ott $k_j^{ki} = 1$).

Mátrix formában $c = \alpha AD^{-1}x + \beta 1$, ahol D egy diagonális mátrix, ahol $D_{ii} = \max(k_i^{ki}, 1)$, 1 pedig egy egységvektor. Átrendezve adódik, hogy $x = \beta(I - \alpha AD^{-1})^{-1}1$, ahol I az egységmátrixot jelöli. Mivel β szerepe ekkor már nem jelentős a centralitás szempontjából (csupán egy multiplikátor), ezért konvencionálisan $\beta=1$ beállítást alkalmazzák, amelyből adódik az úgynevezett PageRank centralitás:

$$c = (I - \alpha AD^{-1})^{-1}1 \quad (53)$$

Az egyenlet tartalmazza még az α szabad paramétert, amely beállítása teljesen önkényes, csupán a $0 < \alpha < 1$ korlátot szükséges betartani. Newman (2018) a 0,85-ös értéket javasolja⁷³, mint gyakran használatos értéket, bár elismeri, hogy ezt nem támasztja alá semmilyen elmélet.

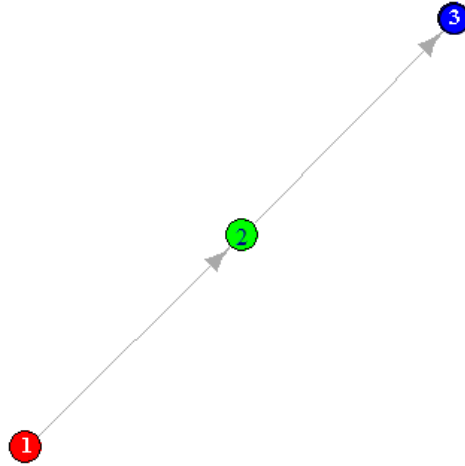
Visszatérve a korábbi példához a PageRank módszer közvetlenül nem alkalmazható, csak egy olyan szomszédsági mátrix esetén, ahol a csúcsok magukat az idősorokat jelenítik meg. Legyen tehát $a_{ij} \in A$ olyan szomszédsági mátrix, ahol $a_{ij} = 1$, ha x_i és x_j idősorok között van kapcsolat. Visszatérve a példához, a következő 3x3-as szomszédsági mátrix, és egyszerű gráf adódik:

⁷² Az A_{ij} jelölés biztosítja, hogy a szumma operátor csak i csúcs szomszédjain fusson végig.

⁷³ Az érték a módszer megalkotóinak tanulmányában is 0,85 volt már (Brin & Page, 1998). Sergey Brin és Larry Page egyébként a Google alapítói, cikkük a keresőmotor egyik fontos megalapozása.

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (54)$$

35. ábra: A generált idősorok módosított gráfja



Forrás: generált idősor (R5 kód)

A fenti, 35 ábrán bemutatott gráf PageRank centralitási vektora⁷⁴:

$$c = \begin{bmatrix} 0,1844168 \\ 0,3411710 \\ 0,4744122 \end{bmatrix} \quad (55)$$

Mivel a szekvencia első csúcsának nincs bemeneti éle, így értéke minimális lesz. Csatlakozik azonban a második szekvenciához, amely a harmadikhoz is csatlakozik, vagyis az első csúcs számára a második „értékesebb”, míg a második csomópont számára a harmadik számít „értékesebbnek”. A legnagyobb centralitása annak a csúcsnak van, ahová a legtöbb vagy legértékesebb élek mutatnak (Fortunato et al., 2008), vagyis egy sorba kapcsolt hálózatban a szekvencia utolsó elemének.

⁷⁴ Az R program *igraph* (Kolaczyk & Csárdi, 2014) moduljának *page.rank()* parancsával számítható.

7.5 Szekvenciák a közép-európai regionális járműiparban

A gépiparban, valamint a járműiparban tevékenykedő vállalatok kétségtelenül a legnagyobb foglalkoztatók közé tartoznak a közép-kelet-európai térségben, ahol az alkalmazottak nagyjából 4-6%-a köthető közvetlenül ezekhez az ágazatokhoz⁷⁵, míg a kibocsátásból való részesedés 5-15% körül mozog. Az ágazat multiplikátor hatása ennek ellenére nagyon alacsony, különösen Magyarországon (Koppány, 2017). Mindazonáltal a járműipar az egyetlen olyan ágazat a térségben, amely tisztán értékláncként működik (Vakhal, 2018b):

- A termékpaletta minden elemének létezik mérhető kereslete a kontinens összes országában. Más termékek piaca jóval szűkebb, inkább regionális kiterjedtségű (például élelmiszeripar, szolgáltatások). A pandémia utáni időszak is rávilágított, hogy a regionális termelést egy másik kontinens kereslete is jelentősen befolyásolhatja (Stubnya, 2020).
- A beszállítói hálózat rendkívül széles és mély, a szereplők száma nagyon nagy, mivel az értéklánc csúcsán több egymással versenyző vállalat is található, amelyek globális gazdasági súlya igen jelentős. Ez más ágazatokban a termékek jellege, eltarthatósága és operatív különbségei miatt nem jellemző.

A fentebb felsorolt okok miatt, a járműiparhoz kapcsolódó termékek, valamint termelés szekvenciális vizsgálata indokolt. A vizsgálat tárgyát kizárólag a félkész termékek piaca képezi, mivel a késztermék (az üzemképes gépjármű) már csak nagyon rövid ideig része az értékláncnak⁷⁶. Egy jármű közel 3000 alkatrészből épül fel, ezek mindegyike kereskedelem tárgyát képezheti. Bár a termékleírások nagyon részletesek, azonban az elemzést segítő néhány SITC főcsoportba sorolható Amighini (2012) alapján.

⁷⁵ 2019-es Eurostat adatok alapján (*nama_10_a64_e* tábla).

⁷⁶ Itt érdemes megemlíteni, hogy a gépjárművek egyszerre lehetnek késztermékek, beruházási cikkek, de félkész termékek is, ha felhasználójuk a vállalati vagy állami szektor. Kizárólag a háztartások által felhasznált járművek tekinthetők igazán késztermékeknek, a tulajdonos személye azonban a statisztikákból nem derül ki, ezért a kész járművek nem szerepelnek az elemzésben.

18. táblázat: Legfőbb járműiparban használatos félkész termékek és alkatrészek

Termékkód (SITC alapján)	Rövidített megnevezés
625	Gumiabroncsok
699.15	Vasalatok, szerelvények járművekhez
713	belső égésű dugattyús motorok
762.12	Rádióműsor-vevőkészülékek (gépjárműbe)
778.12	Elektromos akkumulátorok
778.23	Fényszórók
778.31	Elektromos gyújtókészülékek
778.33	A 778.31-es kategória alkatrészei
778.34	Elektromos világító- vagy jelzőkészülékek ⁷⁷ , ablaktörlők
784.21	Gépjárműalváz, motorral személygépjárműveknek
784.25	Gépjárműalváz, motorral haszongépjárműveknek
784.31	Lökhárítók
784.32	Karosszéria alkatrészek
784.33	Fékek és alkatrészeik
784.34	Sebességváltók és alkatrészeik
784.35	Meghajtótengelyek differenciálművel
784.39	Egyéb járműipari alkatrészek
821.12	Gépjárműben használatos ülések

Forrás: Amighini (2012) alapján

A 18. táblázatban szereplő termékek külkereskedelem statisztikai adatainak forrása az Eurostat Comext adatbázisa, az idősor 2004 januártól 2020 októberig fut (összesen 202 megfigyelés). Az adatokban néhány esetben hiányoztak értékek, ezek nem strukturális, hanem véletlen hibák voltak, amelyek $x_t = E(x_{t-1}, x_{t+1})$ eljárással pótolva lettek. Az adatok összesen 5 országra lettek legyűjtve: Csehország, Lengyelország, Magyarország, Románia és Szlovákia, mivel ezekben az országokban van járműipari késztermék előállítás. A modellek gyakorlati alkalmazása kizárólag az import adatokra szorítkozik. Ennek oka, hogy a járműipari ágazatok legfőbb terméke késztermék, így az export esetében a vásárlók már nem vállalatok⁷⁸. Az import esetében azonban bizonyosan a vállalati körre szűkül a beszerzők köre. A 202 elemű idősor 5 ország 18 termékére export és import összesen 18.180 megfigyelést jelent. Az adatok egysége folyó áras euró.

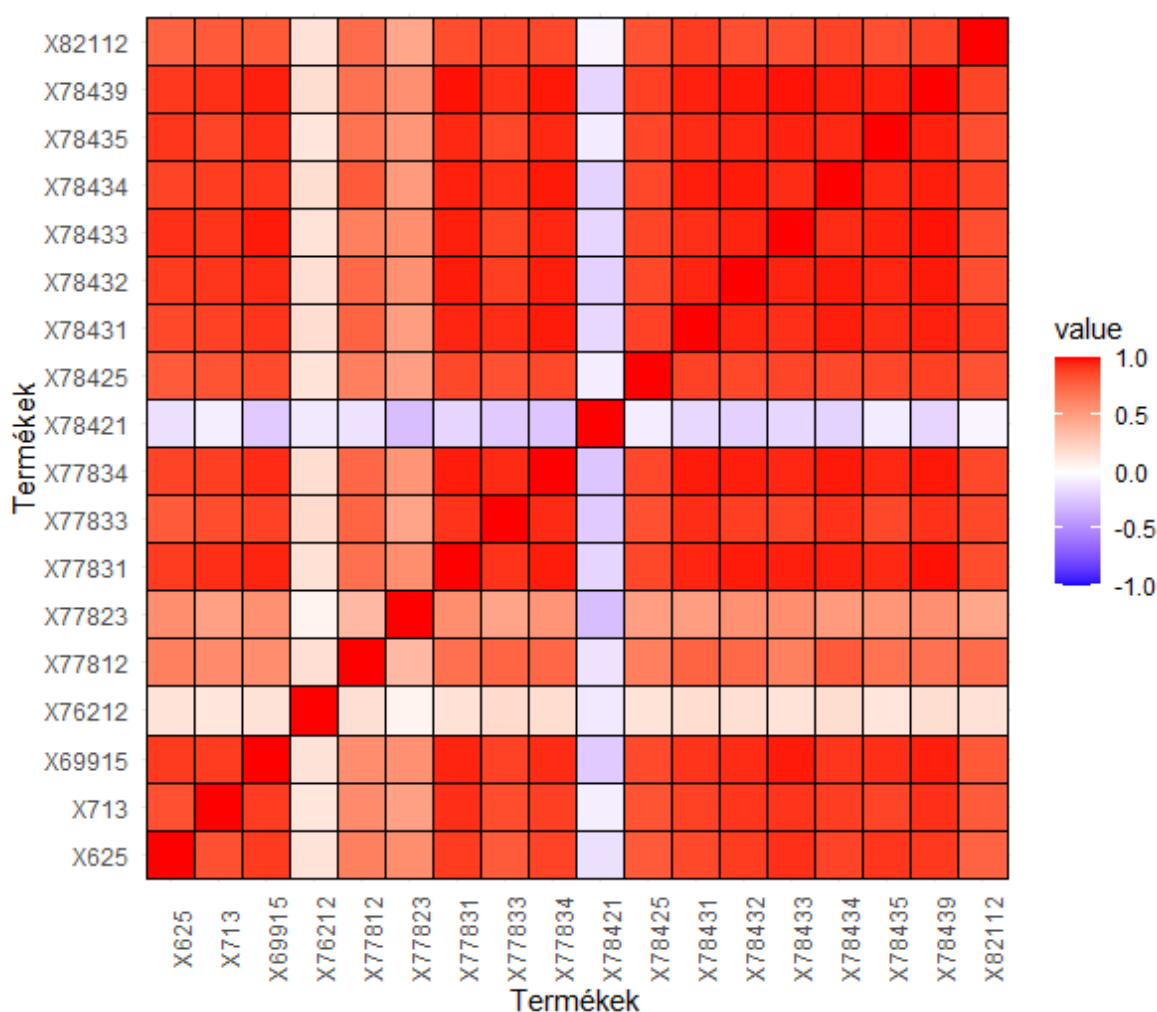
⁷⁷ Például: irányjelzők.

⁷⁸ A járműgyártóktól jellemzően a fogyasztók nem vásárolhatnak közvetlenül, csupán egy kereskedőn keresztül, azonban a kereskedő már nem végez semmilyen átalakítás a terméken.

Változatlan áras kiigazításnak ebben az esetben nincs relevanciája, mivel az import esetében nem a fogadó ország árszínvonala az irányadó, továbbá feltételezve, hogy a világpiacon minden vevő azonos árváltozásokkal néz szembe, a deflátor ugyanaz lenne minden ország esetén, ami nem jelente változást a vizsgált adatokban.

A termékcsoportok aggregált importkereskedelmét vizsgálva, a korreláció nagyon magas, ahogy ezt a 36. ábrán látható hőértkép is igazolja. Egyedül a 762.12-es (rádiók) idősorok egyidejű mozgása nincs összefüggésben a többi termékkel, míg a gépjármű alvázak (784.21) inkább negatívan korrelálnak.

36. ábra: Az aggregált termékcsoportok korrelációs hőértképe

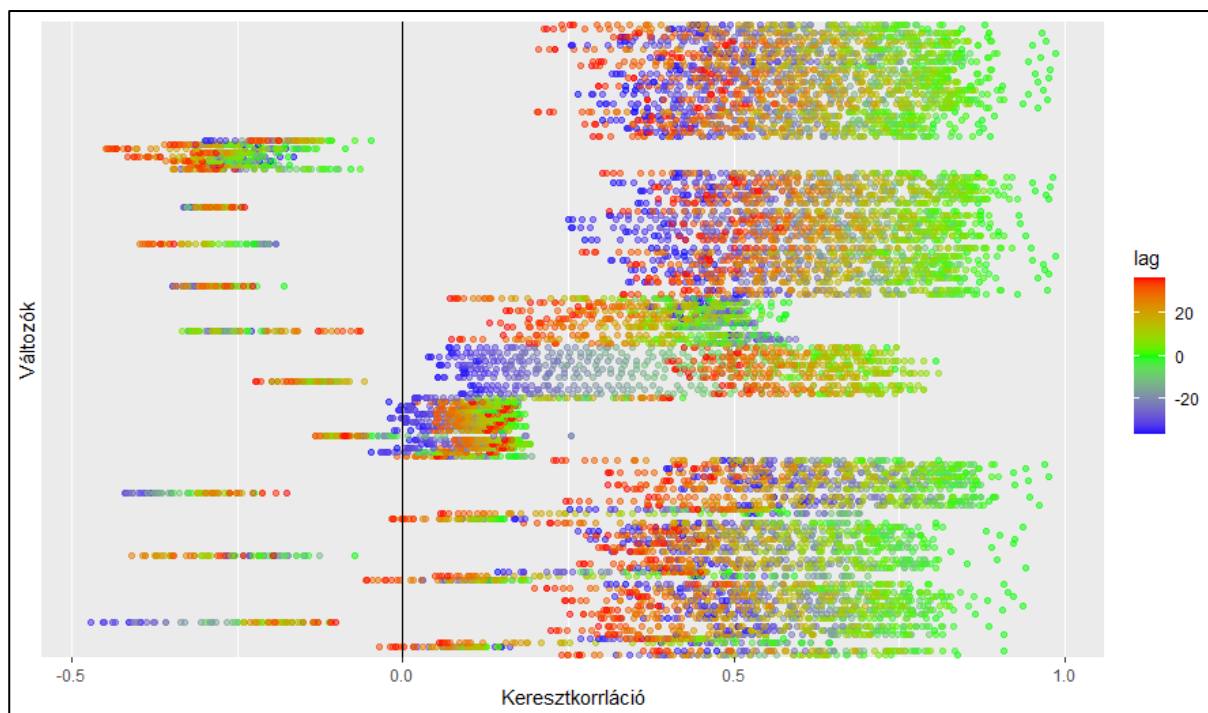


Forrás: Eurostat (R6. kód)

Az egyidejű korreláció arról árulkodik, hogy nincsenek szekvenciák a vizsgált idősorokban, azonban a kereszt-korrelációk mentén vizsgálva a képet az látszik, hogy főleg előre irányuló eltolások léteznek, különösen, ha az országok, mint új dimenzió is megjelenik a rendszerben. A következő 37. ábra egyszerre jeleníti meg a keresztkorreláció két dimenzióját (időeltolás és korreláció), minden lehetséges ország és

termék párosítás mellett (összesen 153 kombináció), amelyek az import alapján, 36 hónapos (3 év) időeltolás mellett készültek.

37. ábra: Keresztkorrelációk értéke és az időeltolás mértéke az összes ország és árucikk párosításban



Forrás: Eurostat (R7. kód)

A fenti, 37. ábra arra utal, hogy a legmagasabb pozitív korrelációk jellemzően 0, vagy legfeljebb 1-2 havi eltolás mellett mérhetők. Ugyanakkor bizonyos termék-kombinációk mentén egyértelműen megfigyelhető magas korreláció hosszú időeltolás mellett is, akár pozitív (piros), akár negatív (kék) irányba. Külön kiemelendő a 778.23-as termékcsoporthoz (fényszórók), amely importja hosszú eltolással előzi meg a többi 784-es főcsoportba tartozó termékek importját. Szintén meg szükséges említeni a 784.21-es csoportot, amely a gépjárműalvázak importját tartalmazza. Ebben az esetben a mért keresztkorreláció a 34. hónap környékén mutatja a legnagyobb együttmozgást a többi alkatrésszel, amely azonban negatív, lásd a 19. táblázatot:

19. táblázat: A gépjárműalvázak (784.21) importjának más alkatrészekkel vett abszolút értelemben vett legmagasabb kereszt-korrelációja

Késleltetés (hónap) ⁷⁹	Kereszt-korreláció	Késleltetett változó (termékkód)	Bázisváltozó (termékkód)	Interpretáció a 784.21-es csoport szempontjából ⁸⁰
34	0,47	784.21	625	prociklikus, követő
-27	0,41	784.21	713	prociklikus, vezető
29	0,42	784.21	699.15	prociklikus, követő
20	-0,25	784.21	762.12	anticiklikus, követő
-36	0,22	784.21	778.12	prociklikus, vezető
-5	0,33	784.21	778.23	prociklikus, vezető
34	0,35	784.21	778.31	prociklikus, követő
-27	0,40	784.21	778.33	prociklikus, vezető
27	0,33	784.21	778.34	prociklikus, követő
14	-0,35	784.21	784.25	anticiklikus, követő
29	-0,32	784.21	784.31	anticiklikus, követő
27	-0,36	784.21	784.32	anticiklikus, követő
34	-0,42	784.21	784.33	anticiklikus, követő
34	-0,32	784.21	784.34	anticiklikus, követő
27	-0,45	784.21	784.35	anticiklikus, követő
27	-0,36	784.21	784.39	anticiklikus, követő
-35	-0,30	784.21	821.12	anticiklikus, követő

Forrás: Eurostat (R8. kód)

Bár a késleltetések hossza meglepően nagyoknak tűnik, mindez a hosszú távú trendek létezését erősíti, amely nagy valószínűséggel összefüggésben van az általános konjunktúraciklussal, valamint a készletgazdálkodással, és a technológiai változásokkal (Chikán et al., 2018).

A termékek differenciált⁸¹ idősorának spektrálanalízise 12 hónapos ciklusok jelenlétét mutatta ki, azon belül is elsősorban a 3 év körül ingadoznak a spektrumok, igaz, a szórás rendkívül széles megbízhatósági intervallumot határoz meg (lásd 38. ábra). Az éves

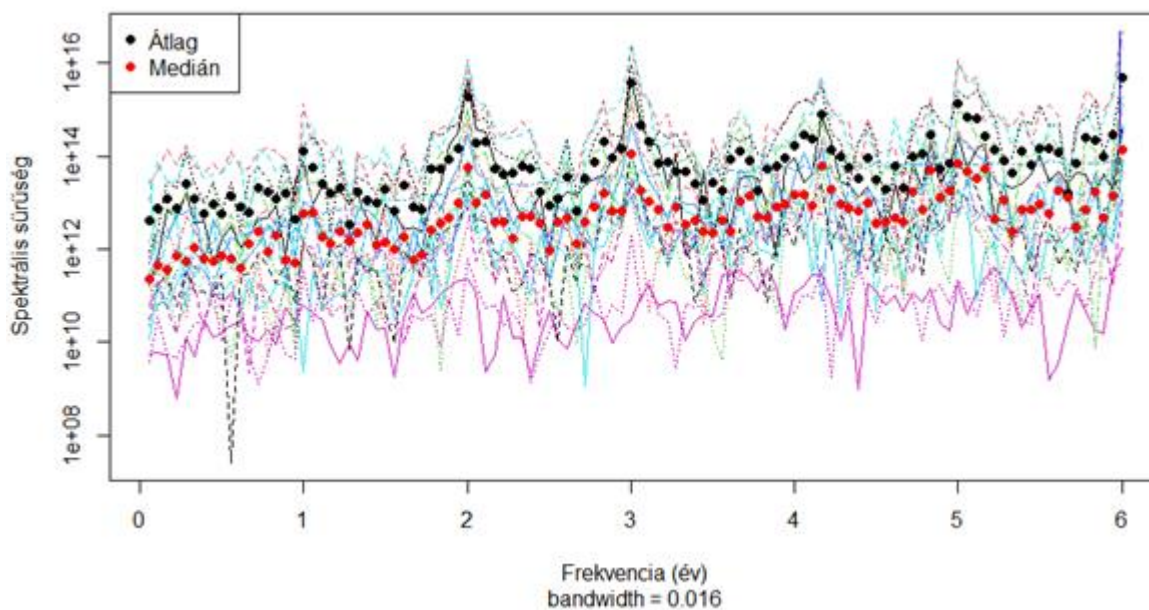
⁷⁹ A maximális késleltetés 36 hónap volt.

⁸⁰ p kereszt-korreláció értelmezése $p = \text{cor}(x_{t+i}, y)$, ahol y bázisváltozó, x pedig az i időponttal késleltetett változó. Például a $p = \text{cor}(y^{784.21}, x_{t+34}^{625}) = 0,47$ érték az első sorban úgy olvasandó, hogy a 784.21-es termék 34 hónapos eltolása eredményezi a legmagasabb abszolút értékű kereszt-korrelációt a 625-ös termékkel, amelynek értéke 0,47. Ez arra utal, hogy a 784.21-es termék importja közepesen jól korrelál a 34 hónappal később importált 625-ös termékkel, az érték pozitív, ami prociklikusságra utal.

⁸¹ A sztacionaritás biztosítása miatt.

továbbá a hároméves ciklus nagyjából megfelel a járműgyártók tervezett és rendszeres technológiai ciklusainak, és megerősíti a korábban látott 36 hónap körüli keresztkorrelációk jelenlétét. Mindez természetesen nem jelenti azt, hogy a termelővállalatok 1-3 évre elegendő raktárkészlet mellett működnek, de utal olyan hosszú távú trendek létezésére, amelyekben akár ilyen időtávú összefüggések is megjelenhetnek.

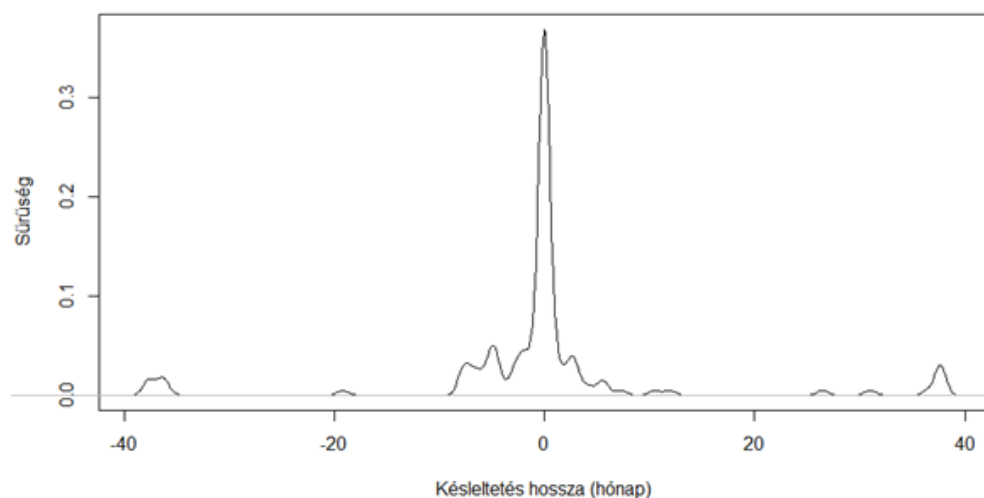
38. ábra: Vizsgát járműipari import idősorok spektrális vizsgálata



Forrás: Eurostat (R9 kód)

A spektrális vizsgálatok lehetőséget adnak az idősorok frekvenciáinak fáziseltolódásos elemzésére is, mikor két, egyébként azonos hosszúságú ciklus időbeli eltolását becsüljük. Mivel a kombinációk száma jelentős, így érdemes arra a frekvenciatartományra szűkíteni a vizsgálatot, ahol a spektrális sűrűség a lehető legnagyobb, azaz $\max(s_{f_t}^{(i)} + s_{f_t}^{(j)})$, $(i \neq j)$, ahol s_i és s_j két különböző idősor spektrális sűrűsége azonos f_t frekvenciatartományban. A vizsgálat jelenlegi szakaszában ezeknek a tartományoknak a hossza nem bír különösebb jelentőséggel. A fáziseltolódások azonban már árulkodnak arról, hogy milyen szekvenciák lehetnek a külkereskedelmi importban. A következő 39. ábra azt mutatja be, hogy milyen hosszú eltolások találhatók összességben az azonos tartományokban.

39. ábra: Az azonos frekvenciatartományba tartozó fáziseltolások valószínűségi sűrűsége



Forrás: Eurostat (R10 kód)

Az ábráról könnyen leolvasható, hogy jellemzően a fáziseltolás értéke 0, azaz egyidejűség van a két ciklus között. Azonban még így is többször előfordulnak, igaz csak kis számban, előre és hátra mutató fáziseltolások. A kereszt-korrelációk felhívták a figyelmet a 784.21-es főcsoportba tartozó alvázak, és a többi alkatrész közötti lehetséges szekvenciális különbségekre, ezért ezt a kategóriát érdemes lehet közelebbről is megvizsgálni.

A teljes frekvenciatartományon (azaz nem csak ott, ahol a legnagyobb a spektrális sűrűség) történt vizsgálat alapján az látszik, hogy jellemzően néhány hónapos időbeli eltolódás van az alvázak (784.21) és a többi alkatrész importja között. A fáziseltolások teljes eloszlását az 40. ábra mutatja be, amely alapján látható, hogy inkább az egyidejűség, a jellemző, igaz a szóródás arra is utal, hogy gyakran előfordulnak előre, illetve hátra tolódások. Azonban, ha a fáziseltolódást csupán a legnagyobb spektrális sűrűség frekvenciatartományában vizsgáljuk (egynegyed hónap, azaz 0,25), akkor az eredmények azt mutatják, hogy az alvázak importját ebben a frekvenciatartományban 5 termék is „megelőzi”. A következő táblázat ezeket a fáziseltolások foglalja össze:

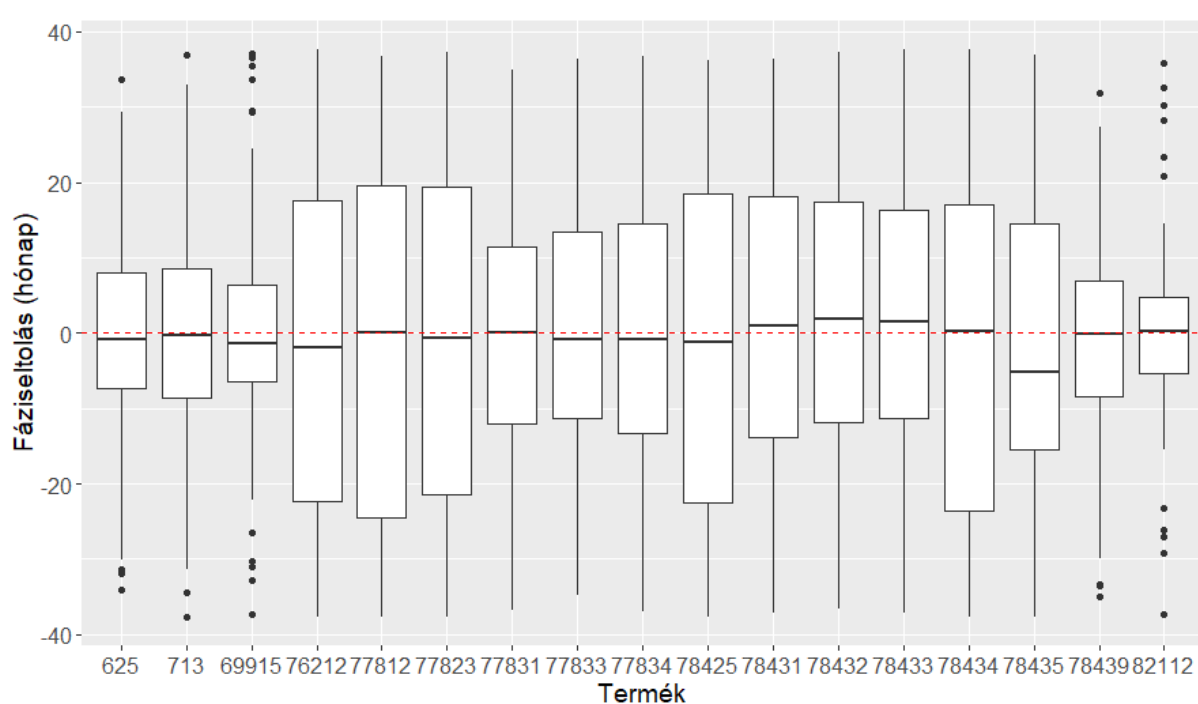
20. táblázat: A 784.21-es árucsoporttal (gépjármű alvázak) szembeni fáziseltolás a 0,25-ös frekvenciatartományon a régiós járműipari importban⁸²

Termékcsoport	Megnevezés	Átlag fáziseltolás (hónap)
76212	Rádióműsor-vevőkészülékek (gépjárműbe)	-2,84
625	Gumiabroncsok	-0,25
77823	Fényszórók	-0,24
78425	Gépjárműalváz, motorral haszongépjárműveknek	-0,21
82112	Gépjárműben használatos ülések	-0,06
78421	Gépjárműalváz, motorral személygépjárműveknek	0,00
77812	Elektromos akkumulátorok	0,13
78432	Karosszéria alkatrészek	0,16
713	Belső égésű dugattyús motorok	0,17
78431	Lökhárítók	0,17
78433	Fékek és alkatrészeik	0,19
78439	Egyéb járműipari alkatrészek	0,21
69915	Vasalatok, szerelvények járművekhez	0,27
78435	Meghajtótengelyek differenciálművel	0,30
77833	A 778.31-es kategória alkatrészei	0,32
77831	Elektromos gyújtókészülékek	0,38
78434	Sebességváltók és alkatrészeik	0,40
77834	Elektromos világító- vagy jelzőkészülékek, ablaktörlők	0,40

Forrás: Eurostat (R11. kód)

⁸² Értelmezés: az árucsoport fáziseltolása a 784.21-es csoporthoz képest. A negatív érték a „átlagosan hamarabb” induló ciklust a pozitív érték a „átlagosan később” indulóra utal.

40. ábra: A 784.21-es csoport és a többi alkatrészimport spektrumainak fáziseltolásai a teljes tartományban

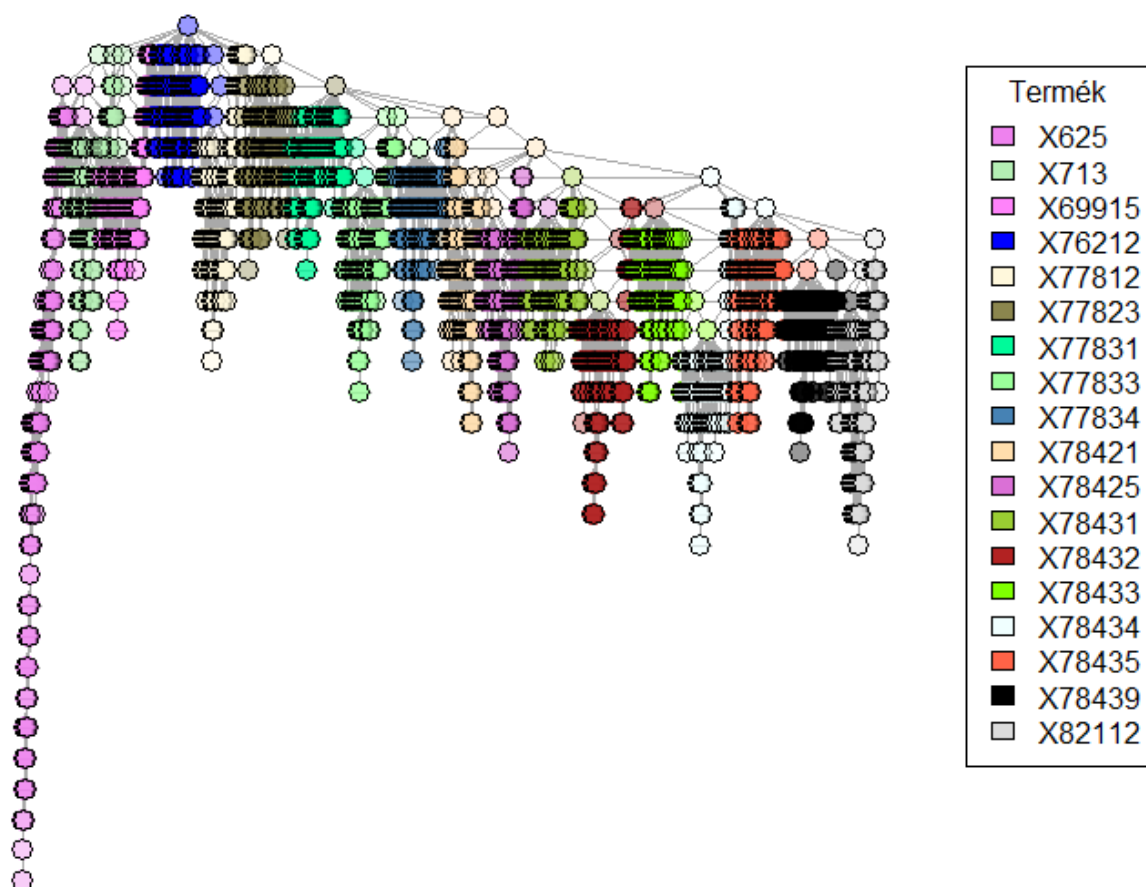


Forrás: Eurostat (R12 kód)

Miként már korábban is említettük, a hálózatelmélet alapú vizsgálatok egy új megközelítést alkalmaznak, amelyet fentebb mutattunk be. A következő szakasz ennek gyakorlati vizsgálatát mutatja be, amelyek már országos bontást is tartalmaznak.

A termék szerint aggregált idősorok vizsgálata során született eredmények csak részben hasonlíthatók össze a spektrálanalízis eredményeivel (20. táblázat), mivel ez utóbbiak páros összehasonlítás alapján készültek, míg a hálózatelméleti megközelítés a szekvenciákat a centralitás alapján határozza meg, amely figyelembe veszi az összes megfigyelést. Ez alapján a háromféle elemzés készíthető: a havi adatokat tartalmazó gráf, a termékszinten aggregált hálózat, illetve ezek kombinációja, az országszintű vizsgálat. Az így készült gráf a megfigyelések nagy száma miatt jóval nehezebben értelmezhető, még a termék szerint aggregált járműipari idősorban is több, mint 3600 csúcs található, amelyek egy olyan komplex rendszert alkotnak, amelyben azonos rangú szekvenciák is megjelennek, azaz olyan szakaszok, amelyek nem rendelhetők egy másik szakasz alá, csak mellé, ami azt eredményezi, hogy az ábrán vannak olyan szakaszok, amelyek az ábrázolt fastruktúrában egy szinten helyezhetők csak el.

**41. ábra: A régiós gépjárműalkatrész import HVG gráfja termékcsoportok szerint
2004 és 2020 között**

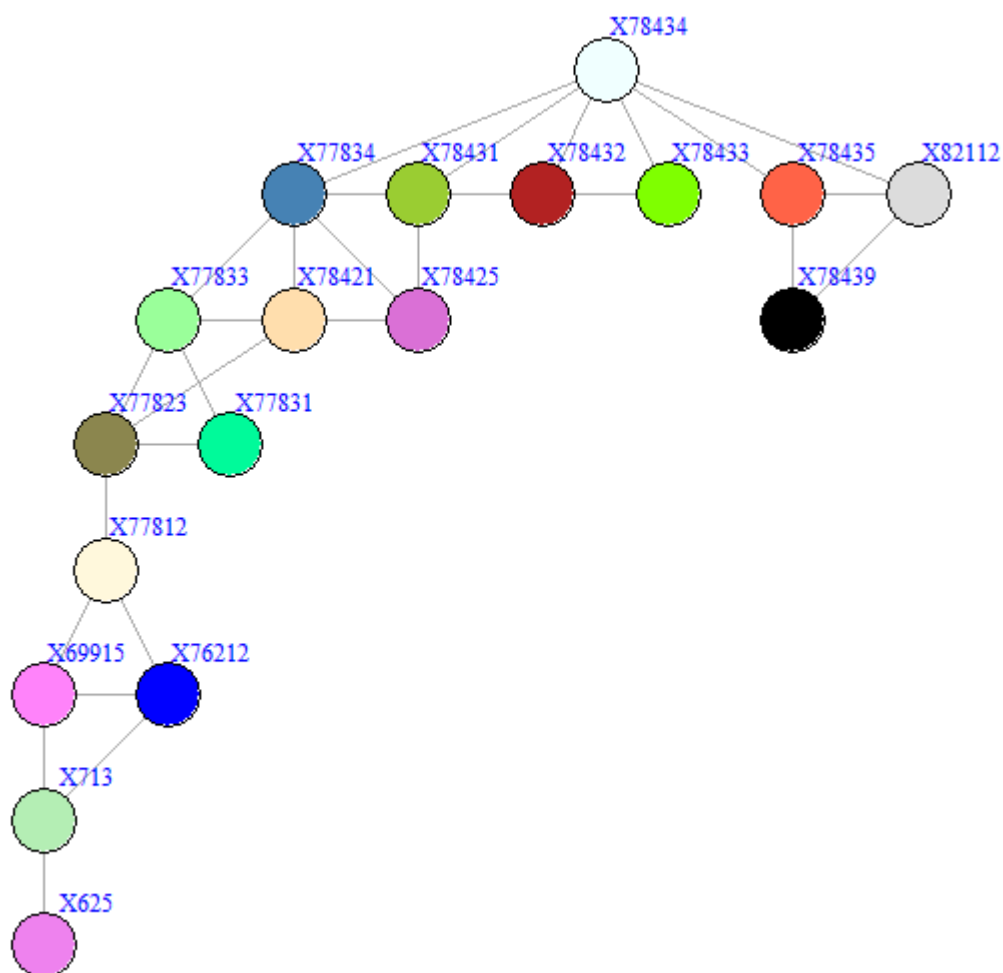


Forrás: Eurostat (R13 kód)

A fenti 41. ábra az aggregált termékszintű struktúrát mutatja be, vagyis a régió járműipari importját 5 országban, termékek szerint csoportosítva. Minden csúcs egy-egy hónapot jelenít meg 2004 és 2020 között. A hálózat topológiája a *Reingold – Tilford* algoritmus alapján (Wetherell & Shannon, 1979) került kialakításra, amely mélységi megjelenítést biztosít. A szintek a hálózat hierarchiájában betöltött szerepet tükrözik, vagyis azt, hogy a legmagasabban lévő csúcshoz hány élel kapcsolódnak. Így az első szinten azok a csoportok találhatók, amelyek a hálózat alapját képezik, a másodikon a hozzájuk csatlakozó élek találhatók. A fa gyökereként szolgáló csúcs (hálózat „teteje”) jellemzően a legmagasabb fokszámmal rendelkező csomópont. Ha több csúcs is azonosan a legmagasabb fokszámmal rendelkezik, mindannyian a fa gyökereit képezik, lásd például a fenti 41. ábrán.

A 42. ábrán látható struktúránál jóval könnyebben értékelhető, ha a csúcsok termék szerint vannak aggregálva, mivel így a PageRank algoritmus is alkalmazható:

**42. ábra: A régiós gépjárműalkatrész import termék szerint aggregált HVG gráf
2004 és 2020 között**



Forrás: saját számítások alapján (R14a kód)

21. táblázat: A régiós járműipari import módosított HVG gráfjának pagerank pontszámai

Sorszám	Termék	Megnevezés	PageRank pontszám
1	713	Belső égésű dugattyús motorok	0,099
2	625	Gumiabroncsok	0,097
3	778.23	Fényszórók	0,095
4	778.12	Elektromos akkumulátorok	0,094
5	778.33	A 778.31-es kategória alkatrészei	0,080
6	699.15	Vasalatok, szerelvények járművekhez	0,075
7	778.34	Elektromos világító- vagy jelzőkészülékek, ablaktörlők	0,070
8	784.31	Lökhárítók	0,057
9	762.12	Rádióműsor-vevőkészülékek (gépjárműbe)	0,053
10	778.31	Elektromos gyújtókészülékek	0,047
11	784.34	Sebességváltók és alkatrészeik	0,043
12	784.32	Karosszéria alkatrészek	0,041
13	784.25	Gépjárműalváz, motorral haszongépjárműveknek	0,037
14	784.35	Meghajtótengelyek differenciálművel	0,031
15	784.21	Gépjárműalváz, motorral személygépjárműveknek	0,029
16	784.33	Fékek és alkatrészeik	0,022
17	784.39	Egyéb járműipari alkatrészek	0,017
18	821.12	Gépjárműben használatos ülések	0,013

Forrás: saját számítás (R13-as kód)

Miként az 42. ábrán is látható a termékek idősorai jól elkülöníthetők, az egy sorban található termékek azonos hierarchikus sorrendet tükröznek, a csúcsokat összekötő élek pedig egyértelmű kapcsolatot jeleznek a termékek importjában. Az eltérő szinten elhelyezkedő csúcsok közötti élek szekvenciális kapcsolatra utalnak. Minél alacsonyabban található egy csomópont, annál hosszabb úton csatolható a legnagyobb centralitással rendelkező csúcshoz.

A 42. ábrán jól elkülönülnek az elektronikai alkatrészek (778-as) főcsoport, valamint az alvázakkal, karosszériával kapcsolatos összetevők (784-es főcsoport). Dinamikai szempontból külön csoportként kelendők az egyéb alkatrészek (784.39) és az ülések (821.12) is. A gráf jól érzékelteti, hogy a gumiabroncsok (625) importja csak hosszú úton

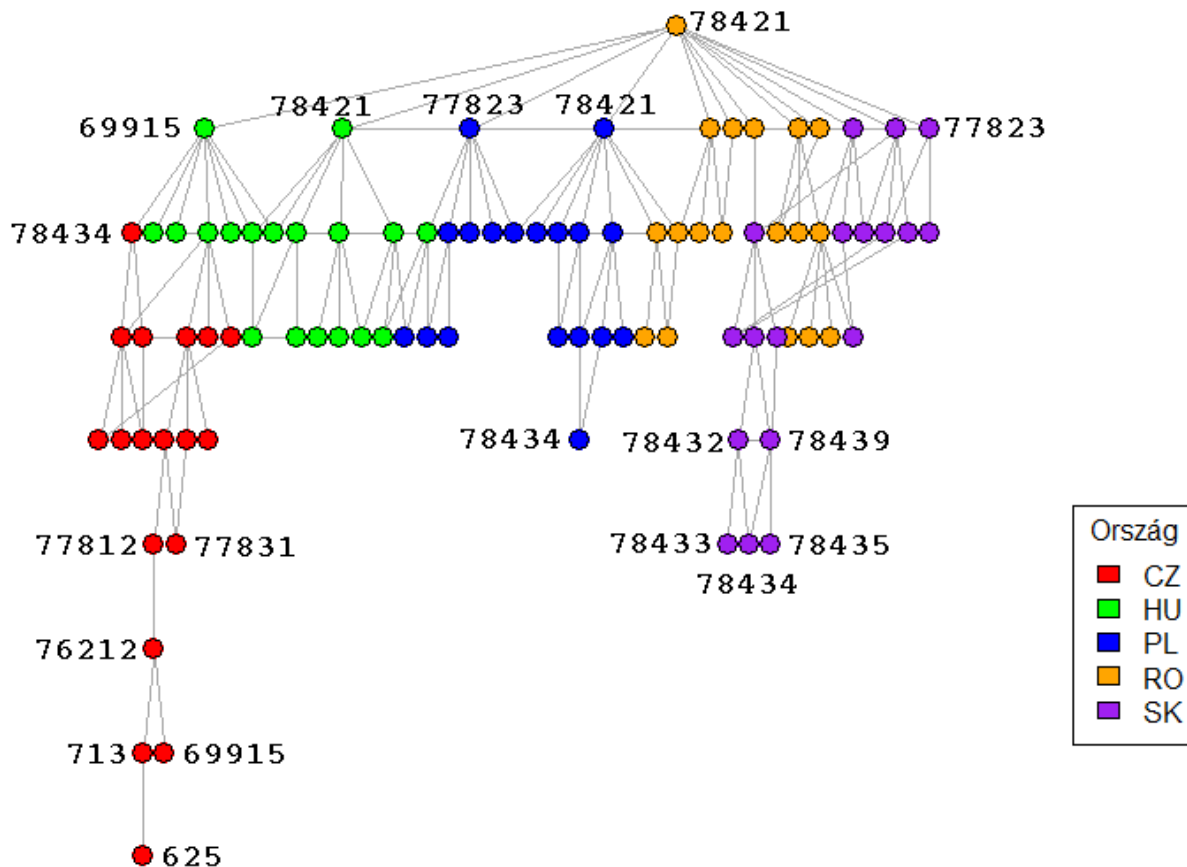
kapcsolható be a legfőbb csomóponthoz, csak úgy, mint a motorok (713), amelyekhez kapcsolódnak a szerelvények (699.15). Ezek funkcionálisan is elkülönülnek az elektronikai alkatrészekről, amelyekkel együtt kapcsolódnak az alvázakhoz (784.21 és 784.25), amelyekhez egyéb karosszériaelemek és a fékek (784.3) „csatlakoznak” a gráfon. Az egyéb alkatrészek (784.39), továbbá az ülések (821.12) teljesen külön csoportot képeznek a differenciálművel (784.35), végül így csatlakoznak a sebességváltóhoz (784.34).

A szekvenciális különbségek leginkább az elektronikai (778-as csoport) alkatrészeknél, valamint a karosszériaelemeknél (784.3) érezhetők. Ezekben a termékcsoportokban a termelők anélkül specializálódhatnak, hogy a konkrét gépjármű összeszerelésében részt vennének. Így előfordulhat, hogy a motorokat, gumiabroncsokat előállítók magasabb exportarányos hozzáadott értéket termelnek, mint azok, akik „később” kapcsolódnak be a termelésbe az elektronikai alkatrészekkel, és az egyéb karosszériaelemekkel, hiszen ekkor már feltehetően az összeszerelő birtokában vannak a motorok, és a gumiabroncsok, amelyek így növelik az exportbázist, de a hozzáadott értéket nem.

Ha az adatok ország szerint vannak aggregálva (lásd 43. ábra), úgy a HVG algoritmussal készült gráf azt mutatja, hogy az aggregált regionális import szekvenciákra leginkább a cseh adatsor hasonlít⁸³. A magyar és a cseh idősorok több ponton is kapcsolódnak egymáshoz, ez utóbbi csak a magyar import idősorokhoz kapcsolható. Ugyanakkor a cseh importstruktúra sokkal mélyebb, többszintű, míg a magyar csupán 3 szintű, ezzel pedig egy ilyen fa struktúrában a legrövidebbnek számít. Ez utóbbi arra utal, hogy a magyar importnak nincsenek „előzményei”, a beszállítások szinte egyidőben történnek, ami arra utal, hogy inkább a beérkezett termékek „összeszerelése” történik. Mindez természetesen utalhat a tökéletes „*just in time*” rendszerek jelenlétére Magyarországon is, mindennek a valószínűségét azonban csökkenti, hogy a környező országok szintén magas fejlettségű termelőinél nincs így.

⁸³ Az importvolumenek között különbséget a módszer standardizálással kiszűri.

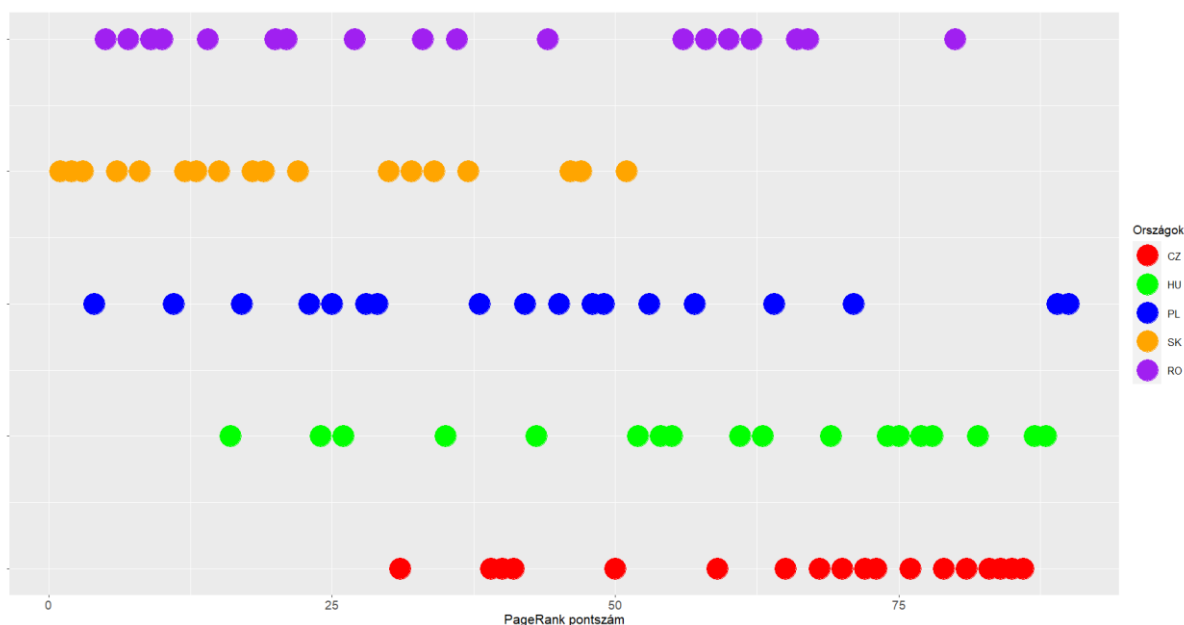
43. ábra: A regionális járműipari import HVG gráfja termékek és országok szerint



Forrás: saját számítás (R14b-es kód)

A PageRank rangsor a fenti, 43. ábra esetében a szlovák termelőket helyezi legalulra, az első 20 szekvenciában (90-ből) 10 szlovák termék importja található. Az utolsó 20 szakaszba 10 cseh, és 7 magyar termék kerül. A következő 44. ábra jól mutatja, hogy a szlovák import inkább a szekvenciák elején helyezkedik el, míg a cseh egyértelműen a végén. A magyar import szétszóródik a vizsgált intervallumon, ami arra utal, hogy kevés specializáció van a hazai termelésben.

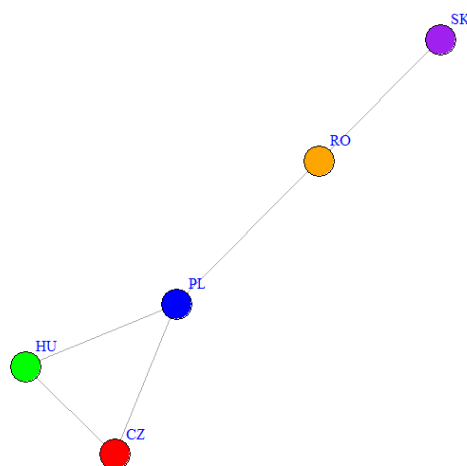
44. ábra: A 43. ábrán bemutatott hálózat PageRank pontszámai



Forrás: saját számítás (R15-ös kód)

Ha az aggregálást országok szerint végezzük el, az eredmény a termékszintű hálózat egyszerűsített változata lesz. Az eredmények azt mutatják, hogy a magyar járműipari import szekvenciájában átlagosan a szlovák és a román után következnek, majd a lengyel és a cseh található a folyamat végén (lásd 45. ábra). Ez a sorrend természetesen nem általános érvényű, de felhívja a figyelmet arra, hogy a szlovák járműipari termelők importja jellemzően megelőzi a térség országait, míg a magyar termelők ebbe a beszerzési folyamatba kicsit később kapcsolódnak be.

45. ábra: Az országsszinten aggregált gépjárműipari import HVG gráfja



Forrás: saját számítás (R16-os kód)

22. táblázat: Az országszinten aggregált gépjárműipari import HVG gráfjának PageRank pontszámai

Ország	PageRank pontszám
Szlovákia	0,09
Románia	0,16
Magyarország	0,18
Lengyelország	0,23
Csehország	0,34

Forrás: saját számítás (R16-kód alapján)

7.6 Összefoglalás, következtetések

A közép-európai térség 5 országának (Csehország, Magyarország, Lengyelország, Románia és Szlovákia) járműipari import idősorain végzett szekvenciakereső vizsgálat alapján megállapítható, hogy kismértékű, legfeljebb napokban, hetekben mérhető különbségek vannak a különböző félkész termékek beszerzésében. Ugyanakkor a beszerzési ciklusok hossza néhány hónaptól akár 3-6 éves is lehet, és ebben a termékek nagymértékben eltérnek. A legjellemzőbb ciklushossz a negyedév volt, ezen tartományon belül jellemzően néhány nap a fáziseltolás.

A szekvenciafeltáró algoritmusok a termékek tekintetében egyértelműen rámutattak, hogy az egy kategóriába tartozó alapanyagok (például elektromos berendezések) jellemzően egyszerre, de legalábbis röviddel egymás után kerülnek beszerzésre, míg a vannak olyan tipikus termékek, amelyek inkább a szekvencia végén, de mindenképpen a többi beszerzéstől látszólag függetlenül érkeznek az országokba (például ülések).

A közép-európai import szekvencia elsősorban a cseh adatsorokkal mutat összefüggést, ami meglehetősen mély, és a beszerzések egymásra épülnek. Ehhez képest a magyar vállalatok importjában kevésbé figyelhető meg a szekvenciális egymásra épülés, a termékek többsége között nincs érdemi sorrendiség. Hasonló tendenciák figyelhetők meg a másik négy EU tagállam esetében is, azonban ezekben az országokban mélyebb rétegződés figyelhető meg.

A vizsgálatban kiemelt szerepet kaptak az alvázak, mivel ezek képezik a járművek alapját. Az aggregált adatok alapján mind a spektrálanalízis, mind a szekvenciális

vizsgálat a beszerzési folyamatok közepére helyezte ezeknek a termékeknek az importját. Az országszintű bontásban ez a sorrend kissé megváltozott, azonban a variancia nem jelentős mértékű.

A szekvenciális vizsgálat célja az volt, hogy adalékokkal szolgáljon azokhoz a mutatókhoz, amelyek valamilyen bázisviszonyszám alapon értelmezendők. Az értékláncokban szokás a bruttó exporttal korrigálni a hozzáadott értéket, amely bruttó export más országok importált hozzáadott értékét is tartalmazza. Így azok az országok, amelyek egy termelési folyamat elején helyezkednek el, azonos hozzáadott érték mellett jobb eredményt érhetnek el. Ezeket az adatokat a becsült szekvencia ugyan nem tudja korrigálni, de mindenképp kiegészítője a mutatószámoknak.

Ezek a vizsgálatok megmutatták, hogy a beszerzési és termelési folyamatokban Szlovákiában jellemzően az első szekvenciákat dominálja, azaz hamarabb importálja azokat a termékkategóriákat, amelyeket a többi ország. Ezután Románia következik, majd Magyarország, Lengyelország és Csehország előtt. Magyarország a térségi beszerzési hálózat dinamikájában inkább középen helyezkedik el, azonban saját hálózat kevésbé mély, vagyis nagyon rövid időeltolással érkeznek be az országba termékek, ami arra utalhat, hogy azokon már nem végeznek jelentős átalakítást⁸⁴. Szlovákia esetében a saját hálózat mélyebb, vagyis az integráltság valószínűleg nagyobb, mint a magyar, a szekvenciális elsőség pedig specializációra utal. Ez utóbbi természetesen többféle lehet, feldolgozóipari, de logisztikai is.

Ezek az eredmények megerősítik (Vakhal, 2018a, 2018c) előzetes kutatási eredményeit, amely szerint a közép- és kelet európai járműipari beszállító hálózat dinamikájában Magyarország szerepe meglehetősen gyenge. A relatíve erős integráltság ellenére, a kapcsolatok kevésbé jelentősek, különösen Szlovákiához képest. Mindebből arra lehet következtetni, hogy a bruttó exporttal indexált hozzáadott érték statisztika Magyarország esetében feltehetően lefelé torzít, azaz a kevésbé mély, illetve relatíve későbbi szekvencia miatt magasabb a nevező értéke, mint Szlovákia vagy Románia esetében. Csehország esetében, bár szekvenciálisan inkább a beszerzések végén található, azonban a mélyebb integráció miatt valószínűleg magasabb hozzáadott értéket állít elő, ami kompenzálhatja a bruttó export megnövekedése miatt fellépő esetleges torzítást.

⁸⁴ Hasonló eredményre jutott Gáspár et al. (2020) az UIBE módszertan alapján készült tanulmányában, megerősítve, hogy a magyar járműipari termelők hozzáadott értéke főleg a gyártás, összeszerelés során keletkezett hozzáadott értékből áll, miközben a szolgáltatások csak kis részt képviselnek.

A későbbiekben érdemes lehet a bilaterális kapcsolatok fényében is megvizsgálni a szekvenciákat⁸⁵, továbbá a jelenleg irányítatlan gráfokat irányított hálózatként is lehet kezelni. Ez azonban mindenképpen globális megközelítést igényel. Ennek számításigénye a jelenleginél hatványozottan több, és a következtetések levonása is meglehetősen nehéz a gráfok, ekkora csúcs és élszám mellett készülő komplex ábrázolása miatt. Jelen fejezet a HVG-algoritmus szekvenciákra való kiterjesztésével járult hozzá a területhez. A becült sorrend megállapítására használt PageRank algoritmus kellőképpen robusztus (Avrachenkov & Litvak, 2006), azonban a páros összehasonlításokból készült rangsor irodalma még számos módszert ajánl, amelyek kipróbálásra érdemesek.

⁸⁵ Erre Vakhal (2018c) kísérletet tett, azonban a nagy adatigény erősen korlátozta a következtetések levonását.

8. Magyar vállalatok a nemzetközi értékláncokban⁸⁶

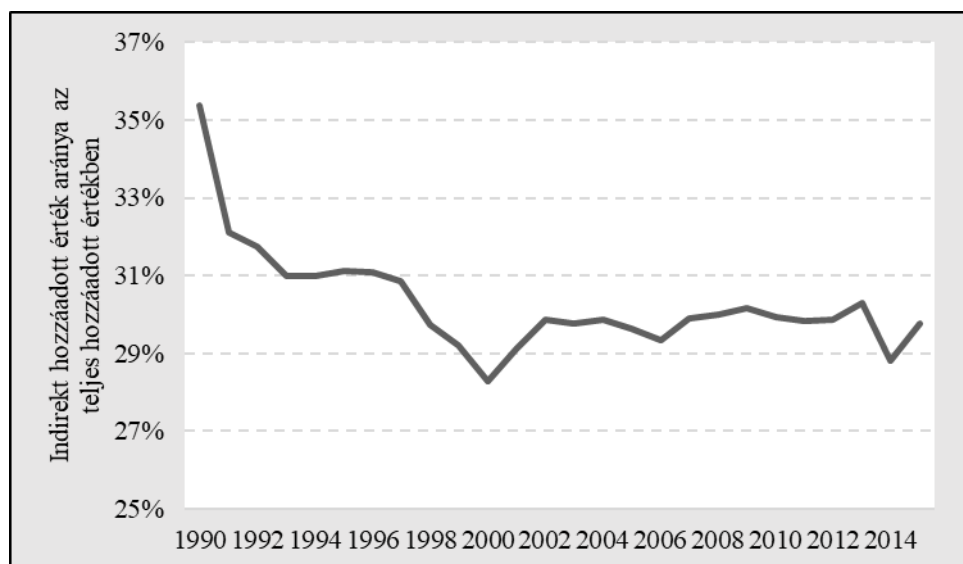
Közép- és Kelet Európa, azon belül is Magyarország helyzete az értékláncokban egészen különleges. A globális értékláncok kialakulása és elterjedése a világ gazdaságban ugyanis jellemzően nem határolható le egyértelműen az időben, azonban a térség átállása a piacgazdaságra az 1990-es évek elején jó alapot kínál arra, hogy megfigyeljük miként tud integrálódni egy országcsoporthoz a világkereskedelemben. Kezdetben az alacsony szinten való csatlakozásnak nem is igazán volt alternatívája, mivel nem volt meg az a termelői bázis, amely versenyképes inputokat tudott volna szállítani akár a hazai, akár a térségben rezidens betelepülő külföldi vállalatoknak. Az idővel kialakuló hazai vállalatcsoportok fokozatosan érték el a nemzetközileg is versenyképes termelési színvonalat, többségük azonban nem volt képes hosszú távon fennmaradni (Palócz & Vakhal, 2018b). E mögött egyszerre akár több endogén és exogén vállalati tényező is meghúzódhat, ám jellemzően a termelékenység versenyben való alulmaradás és az innovációs képesség hiánya, illetve a megújulás elmaradása, elszalasztása áll a háttérben. Hasonló eredménye jutottak Szerb et al. (2014) is kérdőíves felmérésen alapuló kutatásukban, amikor a nemzetköziesedésszerű versenyképességi tényezőket vizsgálva megállapították, hogy az endogén vállalati tényezők mellett hasonló fontossággal bírnak a vállalatok számára bizonyos exogén tényezők is. Ezekről a keretfeltételekről, valamint a vállalatok világpiacra való kilépéséről a szakirodalom rendszerezett összefoglalását adják Perényi és Losoncz (2018) az 1998 és 2018 közötti időszakra vonatkozóan. Napjainkban általánosságban jellemző a magyar gazdaság dualitása, amelyben a (jellemzően külföldi tulajdonú) átlagosnál jóval termelékenyebb nagyvállalatok, és a kevésbé termelékeny (jellemzően hazai tulajdonú) kkv-k működnek (Czakó et al., 2016). Ez utóbbiak exportképessége jóval alacsonyabb, azonban rezidens exportőr beszállítójaként ez a szegmens is képes lehet közvetett módon exportálni (Éltető & Udvari, 2018).

Korábban az 4. fejezetben már bemutatásra került az indirekt hozzáadott érték export mutató, amely azt mutatja meg, hogy mekkora hozzáadott értékkel járulnak hozzá az exporthoz azok a vállalatok, amelyek közvetlenül nem folytatnak külkereskedelmet, vagyis mekkora mértékben tudnak az exportőr vállalatok a háttérben meghúzódó hazai beszállítói hálózatra támaszkodni.

⁸⁶ Ez a fejezet nagyrészt Vakhal (2020) munkáján alapszik.

A következő 46. ábra ennek a magyarországi evolúcióját mutatja be 1990-től, amelyen jól kivehetők azok a gazdasági szempontból mérföldkőnek nevezhető események hatásai, amelyek nagy hatással lehetettek a mutató alakulására. Az 1990-től 1995-ig tartó helyreállítási periódust követően elindultak a csatlakozási tárgyalások Magyarország és az EU között. Ennek keretében Magyarország csatlakozott az Európai Közösségekhez, és az tagállamokkal való bilaterális kereskedelemben 2000-ig fokozatosan lebontották a vámokat. Ezzel párhuzamosan indult meg a külföldi-tőke (FDI) beáramlás az országba, és az ide települt külföldi nagyvállalatok is egyre inkább tudtak támaszkodni a rezidens⁸⁷ vállalati beszállítói hálózatra, azonban markáns előrehaladás soha nem következett be, a hazai termelők nem tudtak érdemi importkiváltást elérni.

46. ábra: A magyar vállalatok által közvetetten beszállított hozzáadott érték aránya a teljes megtermelt hozzáadott értéken belül 1990 és 2015 között



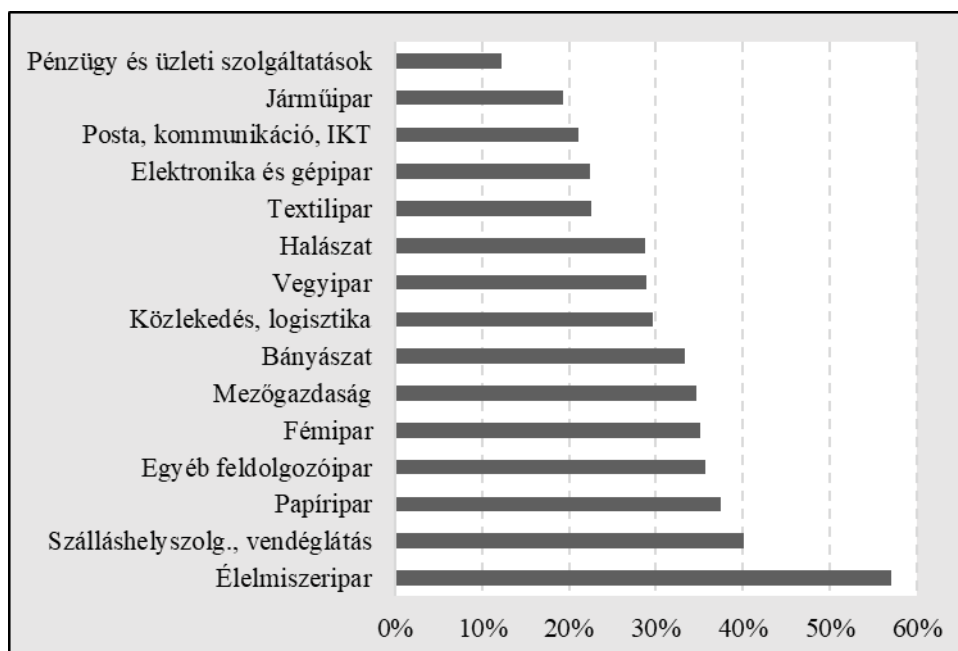
Forrás: Eora adatok alapján saját számítás

Napjainkban a Magyarországon megtermelt hozzáadott érték közel 30%-a közvetetten érkezik a globális értékláncokba, nagyjából tehát az export harmada olyan vállalatoktól érkezik, amelyek közvetlenül nem folytatnak külkereskedelmet⁸⁸. Ennek ágazati bontását mutatja a következő 47. ábra:

⁸⁷ Meg kell jegyezni, hogy ez a rezidens kör csak részben állt 100%-ban magyar tulajdonú vállalatokból.

⁸⁸ Meg kell jegyezni, hogy egy vállalatnak egyszerre lehet közvetlen és közvetett exportja is.

47. ábra: Egyes ágazatok⁸⁹ indirekt hozzáadott értéke az ágazat exportált hozzáadott értékének arányában (2015)

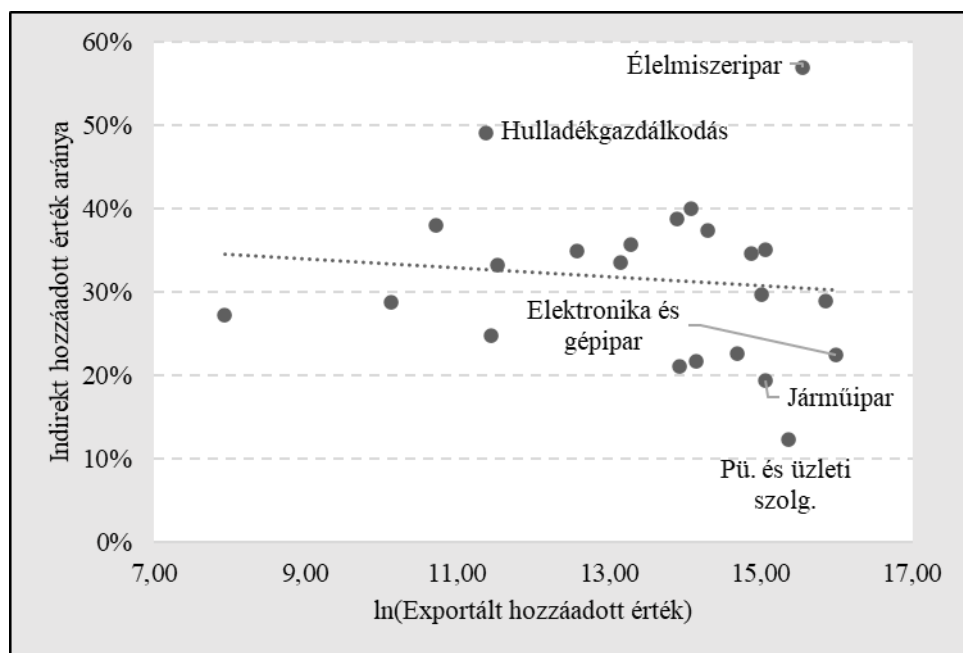


Forrás: Eora adatok alapján saját számítás

A fenti 47. ábra alapján látható, hogy a különböző ágazatok heterogén csoportokat alkotnak, azonban nincs összefüggés az exportált beszállított hozzáadott érték nagysága, valamint az indirekt hozzáadott érték nagysága között. Általánosságban igaz azonban, hogy a hagyományosan jelentős exportpotenciállal bíró ágazat, úgymint a járműipar, elektronika- és gépipar, valamint a vegyipar az átlagosnál kevésbé támaszkodik az indirekt hozzáadott értékekre, vagyis ezekben az ágazatokban átlagosan kevesebb az olyan vállalat, amely valamelyik nagy exportőr vállalatnak szállít be közvetetten hozzáadott értéket. Ezzel szemben az élelmiszeripar az átlagosnál jóval több hozzáadott értéket exportált közvetett módon, sőt a direkt módon történő beszállításnál is több az indirekt export (ez az egyetlen olyan ágazat, ahol ez előfordul, lásd 48. ábra).

⁸⁹ Az egyszerűség kedvéért eltávolítottuk azokat az ágazatokat, amelyekben a bruttó export értéke alacsony volt (például oktatás, egészségügy stb.)

**48. ábra: Az indirekt hozzáadott érték és az exportált hozzáadott érték viszonya
Magyarországon, 2015**



Forrás: Eora adatok alapján saját számítás

8.1 Alkalmazott módszertan és felhasznált adatok

Ebben az alfejezetben azt vizsgáljuk meg, mekkora az a magyar kkv és nagyvállalati szegmens, amely közvetlen vagy közvetett módon részt vesz a globális értékláncok termelésében. Ehhez felhasználjuk a KSH 2015-ös szimmetrikus ágazati kapcsolatok tábláit, valamint a Nemzeti Adó- és Vámhivatal vállalatsoros társasági adó adatbázisát. Ezáltal meg tudjuk teremteni a kapcsolatot az aggregált mutatók (az ágazati kapcsolatok mérlege csak országos, ágazati bontású eredményeket közöl) és az elemi adatok között. Mivel a vállalati méret szerint az ágazati kapcsolatrendszeréről nem áll rendelkezésre adat, így annak becslését külön elvégezzük⁹⁰.

A szakirodalomban nem ismeretlen a kitöltetlen ÁKM-mátrixok fogalma, a kutatóknak és a döntéshozóknak szükségük van az elérhetőnél jóval részletesebb adatbázisra. Leggyakrabban a regionális ágazati dezaggregálás fordul elő, aminek révén képet lehet adni a régiók interdependenciáiról, és regionális multiplikátort is lehet számítani⁹¹. A vállalati méret szerinti bontás szakirodalma rendkívül szűkös hazai és nemzetközi szinten

⁹⁰ Hasonló elemzést készített magyar vonatkozású adatokkal, ám más céllal Boda et al. (2019).

⁹¹ A regionális ÁKM-ek becslési módszereiről lásd Szabó (2015).

is⁹². A regionális felbontásokhoz alkalmazott módszerek azonban lehetővé teszik az ÁKM bármilyen ismerv szerinti megbontását, ha az ehhez szükséges adatbázis rendelkezésre áll, így vállalati méret szerint is becsülni tudjuk a részarányokat. Az ehhez szükséges vállalatimérleg-adatokat tartalmazó adathalmaz és a KSH külkereskedelmi statisztikája mindennek megfelel.

Az országos adatok rendelkezésre állása nyomán az ÁKM-mátrix peremei a következők: az ágazati kibocsátások, az importfelhasználás, a hozzáadott érték, az export és a végső felhasználás ismertek, ezek összegzése adja a teljes kibocsátást. A vállalati mérlegadatok és az ágazati külkereskedelmi statisztika alapján a mátrix elemei a következő gondolatmenet szerint tölthető ki:

A vállalati adatbázisból számított méret szerinti hozzáadott érték, export és kibocsátás kiszámolható, bár a KSH által alkalmazott különböző kiigazító eljárások miatt ezek legtöbbször eltérnek a GDP-statisztikától⁹³. Nincs okunk azonban azt feltételezni, hogy a valóságban az arányok (kkv és nagyvállalatok) különböznenek a vállalati mérlegből származtatott bruttó hozzáadott értéktől, valamint az export nagyságától. Probléma azonban az import vállalati méret szerinti nagysága. A KSH közöl ugyan behozatali statisztikát vállalati méret szerint, azonban kielégítő becslés csak az áruforgalomra érhető el, a szolgáltatásokra vonatkozó adatok megbízhatósága kérdéses⁹⁴. Feltételezésünk szerint azonban az áruimport vállalati méret szerinti megoszlása nem különbözik markánsan a szolgáltatásokat is tartalmazó valós adatoktól⁹⁵.

Az export esetében ilyen probléma nincs, mert az eredménykimutatásokban szereplő exportértékesítési árbevétel a szolgáltatásokat is tartalmazza. A kibocsátás esetében az árbevételt vettük alapul, ami összességében összhangban van a KSH által közöltekkel. A végső felhasználás oszlopát az output arányaiban osztottuk szét a kkv-k és a nagyvállalatok között. Bár a hivatalos ÁKM statisztika 65 ágazatra közöl adatokat, a vizsgálat végén mégis az aggregált, 3 legfőbb ágazatot tartalmazó változatot tartottuk

⁹² Nakajo (1995) korai publikációját sokáig nem követte vállalati méret szerinti elemzés, a legfrissebb tanulmányra is 20 évet kellett várni, ám később Grassi (2016) is csak érintőlegesen foglalkozik a témával.

⁹³ A KSH az 50 főnél kevesebbet foglalkoztató vállalkozásoktól csak mintavétel alapján gyűjt termelési adatokat a negyedéves GDP-becslésekhez. A vállalati mérlegbeszámolók pedig csak később készülnek el.

⁹⁴ Amíg a 170 millió forint feletti áruimportot kötelező bejelenteni, addig a szolgáltatások esetében nincs bejelentési kötelezettség, így csak mintavétellel nyert eredmények állnak rendelkezésre.

⁹⁵ Ez a feltételezés a magyar vállalatok esetében adathiány miatt sajnos nem támasztható alá, és a nemzetközi irodalomban sem található igazán megbízható, a régióra is kivetíthető statisztika. Részleges kivételt egyedül az angol statisztikai hivatal éves exportőr/importőr jelentése képez, amely a vállalatok darabszámára vonatkozóan publikál adatokat vállalati méret szerinti bontásban. Bár méret szerinti forgalmi adat nem áll rendelkezésre, a darabszámra vonatkozó adat a feltételezésünket támasztja alá. Link: <https://www.ons.gov.uk/businessindustryandtrade/business/businessservices/datasets/annualbusinesssurveyimportersandexporters> (letöltve: 2020. 04. 25.).

konzisztensebbnek. Ennek oka, hogy 65-ös bontás esetén a hiányzó adatok a becslése a tranzakciós mátrixban 4225 elem előállítását igényelte volna, szemben az aggregált változat 9 cellájával, így a becsléshez szükséges iterációk száma jelentősen csökkent, ám a felhasználási adatokkal együtt így is 36 érték becslésére van szükség.

Az arányosított becsléseket az alábbi 23. táblázat tartalmazza összefoglalóan, a felhasznált adatokról és azok forrásairól az alábbi táblázat nyújt összefoglalót:

23. táblázat: A felhasznált adatok bemutatása

Az adat neve	Az adat leírása	Az adat forrása
Ágazati kibocsátás, importfelhasználás, hozzáadott érték, export, végső felhasználás	Az ágazati kapcsolatok mérlegében szereplő felhasználási, valamint termelési komponensek, amelyek a tranzakciós mátrix peremén (szélein) találhatók. Az adatok 2018-as árakon értendők.	A Központi Statisztikai Hivatal tájékoztatói adatbázisa, táblaszám: PP1109
Vállalati méret szerinti külkereskedelmi termékforgalom adatai	A vállalatok önbevallásán alapuló termékforgalmi adatok vállalati méret és ágazat szerinti bontásban. Az export esetén a vállalatok bejelentési kötelezettségének határa 100 millió forint, import esetén 170 millió forint EU-n belüli forgalomban. EU-n kívül a megfigyelés teljes körű.	Központi Statisztikai Hivatal 3.5.27.-es tábla
Vállalati exportadatok, mérlegadatok	A külkereskedelmi adatok részben a KSH által közölt adatok ellenőrzését szolgálják, a mérlegadatok pedig a vállalati méret szerinti kibocsátás, hozzáadott érték és export vállalati méret szerinti megoszlásának becslését szolgálják.	Nemzeti Adó- és Vámhivatal vállalati társasági adó adatbázisa

Forrás: saját gyűjtés

Az IO mátrix peremadatai megegyeznek az országos ÁKM peremadataival. A megoszlási viszonyszámokat az 24. táblázat mutatja be:

24. táblázat: A kibocsátás és felhasználás százalékos megoszlása vállalati méret szerint (kkv + nagyvállalat = 100 százalék)

	Bruttó hozzáadott érték	Kibocsátás	Import	Export	Belföldi végső felhasználás
Kkv	45,8%	43,7%	32,2%	20,4%	58,4%
Nagyvállalat	54,2%	56,3%	67,8%	79,6%	41,6%

Forrás: KSH- és vállalati adatok alapján saját számítások

Az ágazatközi folyó felhasználás becslése (az III. mellékletben kérdőjellel jelölt cellák) az úgynevezett kiegyenlítési-továbbvezetési (RAS⁹⁶) eljárás segítségével történt, amiről *Miller és Blair* (2009) adnak ismertetést. A RAS egy iteratív algoritmus, amelynek célja, hogy az eredetihez legjobban hasonlító mátrixot nyerjünk a peremadatokra, ezzel mintegy kifizítve azokat. Esetünkben a bázismátrix az országos termelőfelhasználási adatokat

⁹⁶ A RAS magának az eljárásnak a neve, amit nagybetűvel írnak. A név onnan származik, hogy az eredeti cikkben „R” és „S” elnevezésű mátrixokkal dolgoztak, az átvezetést pedig az „A” nevű mátrix adta.

tartalmazó táblázat volt, vagyis kihasználható az az optimalizálási feltétel, hogy a kkv- és a nagyvállalati adatok összege legyen egyenlő az országos adatokkal. Az algoritmus érzékeny a kiinduló adatokra, ezért az országos adatokat egyenlően szétosztottuk a mátrixban.

Innen indítottuk az algoritmust, amelynek kilépési feltétele vagy a nagyon pontos (1 százalékon belüli hiba) megoldás vagy 100 iteráció elérése volt.

8.2 Eredmények

Bár az algoritmus 100 iterációig futott, 14 iteráció után már nem volt tapasztalható lényeges javulás. Így megkaptuk a kiigazított táblát, amin további optimalizációt futtattunk⁹⁷ annak érdekében, hogy a folyó termelőfelhasználás aggregált sorösszegei is ráfeszüljenek a valós értékekre. Ennek eredményeképpen a mátrix peremein eltérések apró eltérések keletkeztek, amelyek nem jellemzőek a RAS eljárás futtatása után, azonban ebben a kutatásban a belső struktúra minél pontosabb becslése volt a cél, így a peremadatoktól való kismértékű eltérés megengedhető volt. Az eredmények pontossága 2 százalékon belül van; ez a kibocsátás a peremek esetén 1,5 százalék, a folyó termelőfelhasználás esetén pedig 2,4 százalék. Az aggregált és becsült technológiai mátrixokat az alábbi 25 táblázat mutatja be, az III. mellékletben található táblázat pedig a becsült dezaggregált mátrix.

25. táblázat: A valós és becsült folyó termelőfelhasználásból számított technológiai koefficiensek 2015-ben

	Valós ÁKM		
	Mezőgazdaság	Ipar	Szolgáltatások
Mezőgazdaság	0,186	0,031	0,006
Ipar	0,124	0,119	0,065
Szolgáltatások	0,101	0,083	0,213

	Becsült ÁKM		
	Mezőgazdaság	Ipar	Szolgáltatások
Mezőgazdaság	0,187	0,031	0,006
Ipar	0,126	0,123	0,067
Szolgáltatások	0,102	0,086	0,218

Forrás: KSH adatok alapján saját számítások

⁹⁷ Nemlineáris általánosított redukált gradiens eljárás segítségével (Excel Solver), ahol a célfüggvény feltétele az, hogy az országos folyó termelőfelhasználás mátrixa és a becsült mátrix közötti különbség négyzetes hibája minimális legyen. A változó elemek a mátrix elemei voltak, feltételnek csak a folyó termelőfelhasználás országos adatokkal való egyezését állítottuk be. Mivel nem volt nagy eltérés a becsült mátrix és a valós között, ezért az algoritmus optimalizálta a mátrix értékeit.

A becsült folyó termelési mátrix adatai különösen informatívak. A mezőgazdasági nagyvállalatok kibocsátása például a teljes mezőgazdasági kibocsátásnak csak 19 százalékát érte el. Ez nagyjából konzisztens azzal a KSH-adattal, amely szerint az ágazat teljes nettó árbevételének csak 9 százalékát adták a nagyvállalatok. Az eltérés a termékadók és támogatások sorban lehet, ám ezt nem becsültük. Az ipari ágazatokat tekintve a nagyvállalatok folyó termelőfelhasználása kisebb, mint a kis- és középvállalkozásoké (a nagyvállalatok a teljes ipari termelőfelhasználásnak csak 47 százalékát teszik ki). A nagyvállalatok exportja azonban 6-szorosa a kis- és középvállalkozásokénak, így a teljes kibocsátás 76 százalékát a nagyvállalatok teszik ki. (A KSH szerint az ipar nettó árbevételének 66 százaléka keletkezik a 250 főnél többet foglalkoztató cégeknél.)

A kapcsolatrendszer tekintve termelési oldalról a kis- és középvállalkozások főleg más kkv-k termékeit és szolgáltatásait veszik igénybe (38 százalékban), illetve importból fedezik alapanyagigényüket (39 százalékban). A hazai nagyvállalatok csak 23 százalékban részesednek a kkv-k termeléséből. A nagyvállalatok esetében a kapcsolatrendszer mintegy 34 százalékban más nagyvállalatokra koncentrálódik. A 250 főnél többet foglalkoztató cégek esetében azonban az import minden eddiginél nagyobb – 60 százalékos – súlyú volt a termelésben.

A hazai kkv-k termékeit a legnagyobb arányban (42 százalék) belföldi végső felhasználásra értékesítik (háztartások, kormányzat stb.). Más kkv-k és nagyvállalatok 20-20 százalékban vásárolják fel a szektor termékeit, és 18 százalékban termelnek exportra. A nagyvállalatok esetében sem a kkv-k, sem más hazai nagyvállalatok nem támasztanak számottevő keresletet (9 százalék, illetve 8 százalék). A belföldi végső felhasználás sem számottevő (28 százalék) az export 54 százalékos súlyához képest.

A 26. táblázatból kitűnik, hogy a kkv-k közül elsősorban az ipari vállalatoknak van lehetőségük közvetlenül csatlakozni valamilyen értéklánchoz, mert ott az export aránya mintegy 41 százalék (nagyvállalatok esetében ugyanez az érték 70 százalék). A közvetlen nemzetközi beszállításra azonban a kkv-k nagy része méretgazdaságossági okokból nem képes, az értéklánckhoz való csatlakozáshoz azonban nem kell feltétlenül külkereskedelmet folytatni. Magas termelékenységgű kkv-k egy-egy nagyvállalaton keresztül is exportálhatnak beszállítóként úgy, hogy az általuk előállított félkész termékek

vagy szolgáltatások beépülnek a nagyobb vállalat exportcikkeibe és/vagy szolgáltatásaiba, így a beszállító kkv-k részesülnek a nemzetközi munkamegosztás előnyeiből. A közvetlen kockázatok jóval alacsonyabbak lehetnek, különösen akkor, ha forintalapú megállapodás alapján teljesítenek. Bár a beszállítói piacon erősebb a verseny, a kisebb vállalatok jóval rugalmasabbak akkor, amikor változásokra kell reagálni.

26. táblázat: A hazai hozzáadott érték a bruttó exportban a hozzáadott érték forrása szerint

			Kkv			Nagyvállalat			
			Mezőgazdaság	Ipar	Szolgáltatások	Mezőgazdaság	Ipar	Szolgáltatások	
Kkv	Mezőgazdaság	milliárd forint	139,9	48,5	14,8	48,5	335,3	11,4	
	Ipar		7,7	969,6	43,0	14,7	480,5	33,3	
	Szolgáltatások		14,1	106,2	1281,6	27,0	748,6	184,4	
Nagyvállalat	Mezőgazdaság		1,0	2,0	0,6	204,0	13,7	0,4	
	Ipar		5,5	46,0	29,5	9,0	4057,5	20,0	
	Szolgáltatások		11,9	90,4	198,0	20,1	556,8	2148,5	
Exportált hozzáadott érték / export			0,66	0,43	0,71	0,76	0,35	0,79	
Exportált hozzáadott érték / kibocsátás			0,08	0,18	0,08	0,56	0,27	0,16	

Forrás: KSH adatok alapján saját számítások

Az export hazai hozzáadottérték-tartalma Wang et al. (2013) alapján kétféleképpen értelmezhető. A vertikális összeadás a bruttó exportban található hazai hozzáadott értéket méri aszerint, hogy az hol keletkezett (ágazat, vállalati méret). A horizontális összeadás aszerint értékeli a hozzáadott értéket, hogy hol használják fel.

A magyar kkv-k megközelítőleg hasonló mértékben integrálódtak az értékláncokba, mint a nagyvállalatok. Különbség azonban, hogy a beszállított hozzáadott érték nagy része közvetett exportnak minősül, azaz a kkv-k termékei beépülnek a hazai exportőrök termékeibe és szolgáltatásaiba. Ennek ellenére a kkv-k hozzáadottérték-exportja a bruttó exportjukban volumenében csak harmada a nagyvállalatok által exportált hozzáadott értéknek. Az iparban működő kkv-k exportált hozzáadott értékének aránya a bruttó exportban 43 százalék, ami meghaladja a nagyvállalatok 35 százalékos értékét. Azaz az iparban működő kkv-k közvetett és közvetlen exportja nagyobb arányban tartalmaz hazai hozzáadott értéket, mint a nagyvállalatoké ha a bruttó export arányában vizsgáljuk. Ez egyébként nem mond ellent a tényadatoknak sem. A vállalati adatbázis szerint a kkv-k

által előállított hozzáadott érték több mint kétszerese az exportbevételüknek⁹⁸. A nagyvállalatok esetében ugyanez csak 0,6, mert náluk az export jóval nagyobb volumenű.

A különböző exportvolumen hatását kiszűrhetjük, ha az exportált hozzáadott értéket nem a bruttó exporttal, hanem a kibocsátás értékével (Y) indexáljuk. Itt már jól látszik a kkv-k lemaradása a nagyvállalatoktól, mert például amíg a mezőgazdaságban ez mindössze 8 százalék, addig a nagyvállalatok esetében 56 százalék. Az iparban pedig az exportált hozzáadott érték a nagyvállalatok teljes kibocsátásának 27 százalékát teszi ki, addig a kis- és középvállalkozásokénak csak 18 százalékát.

A következő 27. táblázat a vizsgálat eredményeit hasonlítja össze a nemzetközi ÁKM adatbázisokból származó eredményekkel:

27. táblázat: Az exportált hazai hozzáadott érték a bruttó export százalékában Magyarországon, eredmények összehasonlítása más adatbázisokból származó mutatókkal a 2015-ös évből

	Saját becslés	OECD	Eora
Mezőgazdaság	72%	71%	69%
Ipar	36%	44%	34%
Szolgáltatások	76%	77%	72%

Forrás: KSH, OECD és Eora adatok saját számítások

A fenti, 27. táblázat alapján kijelenthető, hogy az általunk készített modell aggregált változói jól adják vissza a nemzetközi adatbázisok kontroll értékeit. Számottevő, de arányaiban nem jelentős, különbség az iparra vonatkozó becslés, valamint az OECD adata között (ez a különbség az Eora esetén nem jelentkezik). Ennek oka az eltérő becslési módszerekben lehet, mivel az OECD által közölt adatok értéke kisebb országok esetén rendre magasabb, mint más adatbázisokban (lásd erről az 4. fejezetet). Ennek ellenére nincs okunk abban kételkedni, hogy az általunk készített modell ne igazodna a nemzetközi adatbázisok által közölt statisztikákhoz.

⁹⁸ Feltehetően azért, mert az árbevételük nagy része belföldről származik.

8.3 Összefoglalás, következtetések

Ebben a fejezetben megvizsgáltuk a magyar vállalatok elhelyezkedését a globális értékláncokban vállalati méret szerint. A nemzetközi input-output táblák alapján készített makrogazdasági szempontú megközelítések alapján számolt mutatók (export hozzáadott érték tartalma, indirekt export hozzáadott érték) arra engednek következtetni, hogy a magyar gazdaságban létezik egy olyan markáns réteg, amely a hivatalos külkereskedelmi statisztika számára láthatatlan, mivel nem végeznek közvetlen exporttevékenységet, azonban közvetve beszállítói olyan vállalatoknak, amelyek már részei a GVC-knek.

Az idősoros vizsgálat azt mutatta, hogy ez a beszállítói réteg a teljes bruttó hozzáadott érték mintegy 30%-át teszi ki, és ennek értéke nem is nagyon változott az elmúlt évtizedekben. Más szavakkal, a hazai beszállítói vállalati kör, arányait tekintve, nem tudott érdemben bővülni a rendszerváltás óta, holott a rezidens exportőr vállalatok érdekelték lennének, hogy minél nagyobb mértékben támaszkodhassanak a hazai beszállítói körre. Összehasonlításképpen az indirekt export hozzáadott érték aránya az exportált hozzáadott értékben Lengyelországban 45%, Romániában 36%, Csehországban 35%, Szlovákiában 26% (igaz Ausztriában csupán 31%).

Ahhoz, hogy a lemaradás okát fel lehessen tárni, a fentebb említett aggregált mutatók dezaggregálására volt szükség, amit a vállalati méret alapján végeztünk el, a magyar ágazati kapcsolatok mérlegének, valamint a társasági adóbevallások adatbázisának felhasználásával. A regionális input-output táblák módszertanának felhasználásával sikeresen kötöttük össze a két adattáblát, és egy optimalizációs algoritmus segítségével becslést adtunk arra, hogy az exportált hozzáadott érték beszállítás miként oszlik meg vállalati méret és a három nagy ágazat között (mezőgazdaság, ipar és szolgáltatások). Az eredmények azt mutatják, hogy a nagyvállalatok közvetlen, míg a kkv-k inkább közvetett módon kapcsolódnak a nemzetközi értékláncokba, azonban nagyon csekély az a hozzáadott érték mennyiség, különösen a gazdasági részarányukat vesszük.

Nagyon vékony tehát az a Magyarországon rezidens kis- és középvállalati réteg, amely képes nagyvállalati beszállítónak válni. Ennek oka természetesen lehet az, hogy a stabil beszállítói pozíció révén a középvállalatokból nagyvállalatok lesznek, ennek azonban ellentmondanak a témában készült hosszú távú panelvizsgálatok (Palócz & Vakhal, 2018b), amelyek bizonyították, hogy az elmúlt 15 évben a magyar tulajdonú kkv-k és

nagyvállalatok inkább erodálódtak, mintsem fejlődtek volna. Ennek következménye, hogy a nagyvállalatok a hazai beszállítói lánc elégtelensége miatt importra szorulnak.

A hazai kkv szektor versenyképességi hátránya számos problémából gyökerezik, amely mögött csupán egy tényező a sok közül a mindenkori szakpolitika. Figyelembe véve a lehetséges endogén és exogén tényezőket arra juthatunk, hogy a fejlődésnek nem csak tárgyi, hanem személyi feltétele is van (Ábel & Czakó, 2013). Ez utóbbi pedig felveti az olyan versenyképességi tényezők befolyását, mint az alap-, közép- és felsőoktatás, pénzügyi kultúra és stratégiai gondolkodás (Chikán, 2008).

Természetesen ez az elemzés nem teljes, a dezaggregációt tovább lehetne folytatni, részletesebb ágazati bontásban, vagy éppen tulajdonosi kör szerint, ezek ugyanis olyan tényezők, amelyek hatással lehetnek a vállalat teljesítményére. Bár az adatállomány nyilvánosan nem áll rendelkezésre, de a statisztikai hivatalok mindennek birtokában vannak. Mindezek azonban további kutatás tárgyát kell, hogy képezzék.

9. Összefoglalás, közvetkeztetések és jövőbeni kutatási irányok

Az értekezés célja az volt, hogy összekapcsoljon két tudományterületet, a hálózatelméletet és a közgazdaságtant annak érdekében, hogy feltárja a magyar gazdaság ágazatainak és vállalatainak elhelyezkedését a globális értékláncokban. A két diszciplína módszertani eszköztárának felhasználásával, valamint saját fejlesztésű megközelítések segítségével sikerült választ találni a kutatásban feltett kérdésekre és sikerült elhelyezni Magyarországot a globális értékláncok térképén. Sikerült továbbá megtalálni azokat a fontos kapcsolatokat, amelyek Magyarországot a közép- és kelet európai régióhoz, majd Európához kötik és végül bekapcsolják a világkereskedelem forgatagába. Amellett sikerült azokat a dinamikai elemeket azonosítani, amelyek egy hálózat működését jellemzik.

A disszertációban megfogalmazott kutatási kérdéseket és hipotéziseket az *első fejezet* tartalmazza, majd a további fejezetek a hipotézisekre megválaszolására vonatkozó módszertant és elemzéseket mutatják be részletesen.

A megközelítőleg pontos elhelyezkedés, releváns kapcsolati háló, valamint dinamika lehatárolása nem csupán a globális értékláncokkal kapcsolatos kutatásokat segítheti, hanem hozzájárulhat a következtetések levonásához minden olyan területen, amely a magyar és a regionális gazdaság fejlődését kutatja makro- vagy mikrogazdasági szinten. A *második fejezet* a GVC keretrendszerének bemutatásán túl ismertette ezeket a kihívásokat is.

A kutatás létjogosultságát és aktualitását az adta, hogy a nemzeti és a nemzetközi statisztikai hivatalok lemaradtak a globalizáció nyomon követésében, ezért a globális értékláncokról csak másodlagos forrásból származó adatok állnak rendelkezésre. A globalizáció révén ráadásul a külkereskedelmi és a tőke tranzakciók rendszere rohamosan változik, ami számottevő mértékben torzíthatja a legfőbb makrogazdasági mutatókat. Ezt a témakört elemzi *harmadik fejezet*. Igazolva lett, hogy a rezidens vállalatok nem pontos lehatárolása, továbbá a komplex globalizált vállalati hálókból nehezen nyomon követhető tranzakciók miatt a főbb makrostatisztikákban (különösen az import árindexen keresztül) jelentős torzítások lehetnek, a bilaterális elszámolások pedig nem tükrözik a valós kapcsolatokat. Ezek alapján az *első hipotézis igazoltnak tekinthető*.

Az esettanulmányokon kívül a GVC-k kutatásának első számú (másodlagos) adatforrásai a nemzetközi ÁKM, vagy input-output táblák, amelyek felépítését, valamint a globális értékláncok kutatására vonatkozó módszertani keretrendszerét a *negyedik fejezetben* mutattuk be. A több elérhető MRIO adatbázis közül választásunk az Eora névvel fémjelzett táblaegyüttesre esett, mivel a globális pozíció meghatározásához elengedhetetlen, hogy a lehető legtöbb országot és ágazatot figyelembe vegyünk (az Eora 189 országot tartalmaz). A fejezetben bemutattuk azokat az alapmutatókat is, amelyek a GVC-k mérésére szolgálnak. Az indikátorok értelmezését elősegítendő a visegrádi országok példáján keresztül megvizsgáltuk időbeli alakulásukat 1995 és 2015 között. Magyarország relatíve kedvezőtlen elhelyezkedése ekkor kezdett körvonalazódni. Az egyik legnagyobb problémát abban láttuk, hogy azok a rezidens vállalatok, amelyek közvetlenül részt vesznek az értékláncokban, nem rendelkeznek beszállítói háttérországgal, ezért kénytelenek az import felé fordulni, mivel a követett módon történő beszállítás szintje Szlovákia után Magyarországon a leggyengébb.

Az MRIO-adatbázisok birtokában a GVC kutatások ki tudtak lépni a bilaterális kapcsolatok vizsgálatából, és az országok, ágazatok egész kapcsolati hálójának vizsgálatára nyílt lehetőség. A nemzetközi input-output táblák reprezentációja megfelel a gráfelméletben használatos szomszédsági mátrixoknak. Az egyszerű, könnyen megjeleníthető véletlen hálózatokkal szemben különbség azonban, hogy ezek a hálózatok teljesen összefüggők, azaz mindenki mindenkivel kereskedik.

Ezekből a tulajdonságokból következik, hogy a legtöbb GVC-vel kapcsolatos hálózati elemzés a gráfok ritkításával kezdi a kutatást. Ezek a ritkító algoritmusok azonban úgy vannak kalibrálva, hogy a kisebb súlyú csúcsok (ez esetben országok) és élek (kereskedelmi kapcsolatok) egyszerűen „kiesnek” a szűkítéskor. A hagyományos klaszterelemzés sem képes jól megjeleníteni a hálózatok partícióit, mivel hasonlóan a ritkításokhoz, a kisebb súlyú elemek egyszerűen „kiszorulnak” a szegmensek széleire.

Ezt a problémakört elemzik a további fejezetek, amely három, részben saját fejlesztésű megközelítést alkalmaznak arra, hogy megállapítsák, hogyan épül fel Magyarország hálózata, hogyan áramlanak a hozzáadott értékek Magyarországról, továbbá milyen szekvenciákból épül fel a regionális import. Mivel az elérhető adatmennyiség kezelésére ágazati szinten (kb. 25 millió adatpont), valamint termékszínten (kb. 8 millió adatpont) nem állt rendelkezésre a megfelelő számítókapacitás, a vizsgálatokat szűkítettük a

legjelentősebb magyar partnerre, Németországra, illetve a legjelentősebb értékláncra, a járműiparra.

Az *ötödik fejezet* másik vizsgálati pontja a hálózatok pontosabb lehatárolása volt. Ennek során, egy saját fejlesztésű új módszer képes volt megtalálni azokat a partnereket, amelyek nemcsak a hálózat, hanem a fókuszpontban lévő ország számára fontosak. Ezek alapján látható, hogy Magyarország elsősorban valóban a közép- és kelet-európai régióhoz kötődik, de megtalálható a körben az USA, Japán és Kína is. Igaz, ezek az országok kevésbé szerves részei Magyarország hálózatának, sokkal inkább az osztrák, német és a visegrádi országokkal kialakított kapcsolat dominál. A közép- és kelet-európai régió országainak vizsgálata azt mutatta, hogy nincs érdemi különbség a Lengyelország, Csehország és Szlovákia hasonló módszerrel készült értéklánca között, sőt a román is hasonló. A *második hipotézis* tehát *igazolt*, Magyarország legfőbb partnerei valóban Európából kerülnek ki.

A *hatodik* a fejezetben mutattuk be az értékláncokban áramló hozzáadott értékek feltárására szolgáló módszertant, amelynek alapján kimutattuk, hogy a magyar hozzáadott érték meddig jut el a GVC-kben. Érdekes eredmény volt, hogy ilyen szempontból nem a járműipar ér el a „legtovább”, hanem a vegyipar, mivel ennek az ágazatnak a hozzáadott értéke később is számottevő mértékben volt megtalálható más országok exportjában. Az egy és két körös vizsgálatok megállapították, hogy a magyar hozzáadott érték elsősorban Európában cirkulál, igaz eljut az USA-ba, Ausztráliába, Szingapúrba és Kínába is, ám a visszaáramlásuk ezekből az országokból az EU-ba már nem jelentős. Ezek alapján a *harmadik hipotézis is elfogadható*.

Szintén új megközelítést mutat be a *hetedik fejezet*, amely a hálózatokban fellelhető dinamikát vizsgálja a járműipar dimenziójában. Ezek az elemzések megállapították, hogy Magyarország a járműipari beszerzési hálózatnak inkább a közepén helyezkedik el, Szlovákia után, de Csehország és Lengyelország előtt. A dinamikai vizsgálat elsősorban azért fontos, mert az egy értékláncba tartozó országok és ágazatok GVC mutatói aszerint lehetnek torzítottak, hogy a vizsgált elem szekvenciálisan hol helyezkedik el a láncban a többihez képest. Ennek alapján a magyar hozzáadott érték/export mutatók feltehetően lefelé torzítanak, mivel relatíve később lép be az ország a termelésbe. Ez a késleltetés azonban legfeljebb 1-2 hónap.

A vizsgálatok *igazolták a negyedik hipotézist*, mivel a módszerek valóban alkalmasak a beszállítások sorrendjének hozzávetőleges megállapítására, igaz jelen esetben ezek az időbeli eltolódások nagy rövidék voltak, és a szórás is magas lehet.

Végül a *nyolcadik fejezetben* a kutatás vállalati szinten is megvizsgálta Magyarország betagozódását az értékláncokba, és vállalati méret alapján elemezte a közvetlen és közvetett módon történő beszállítást. Ezek alapján megállapítható, hogy Magyarország rendelkezik olyan vállalatokkal, amelyek közvetetten csatlakoznak az értékláncokhoz, és azon a szűk körön belül, amelyeknek van más exporttevékenysége, ezek a vállalatok jelentős részt képviselnek. A teljes saját vállalati körhöz viszonyítva azonban számuk alacsony, különösen az ipar terén. Ez igazolja *negyedik fejezetben* tett következtetéseket, és *megerősíti az ötödik hipotézist*.

Az áttekinthetőség kedvéért az alábbi táblázat összefoglalóan tartalmazza a kutatási kérdéseket, a hozzájuk tartozó hipotéziseket, illetve az azokról való döntést:

28. táblázat: A vizsgált kutatási kérdések, hipotézisek és az eredmények összefoglalása

Kutatási kérdés	Hipotézis	Eredmény
Hogyan befolyásolja a hivatalos statisztikai adatgyűjtést az egyre globalizálódó világkereskedelem, az értékláncokba szerveződő termelés, valamint az ennek hatására kialakult új kereskedelmi formák?	Az értékláncba szerveződött vállalatok közötti tranzakciók jelenlegi statisztikai számbavétele jelentősen torzíthatja a makrogazdasági statisztikákat.	Megerősített
Hol helyezhető el Magyarország, a magyar ágazatok és vállalatok a globális értékláncokban, figyelembe véve kétoldalú kapcsolatokat? Hogyan lehet az ország számára fontos kapcsolatokat megjeleníteni a termelési hálózatban?	Magyarország a globális értékláncokban elsősorban a régió országaihoz kapcsolódik erősen, Európán kívüli államokhoz csak gyenge gazdasági kapcsolatok fűzik.	Megerősített
Rövid távon meddig jut el a magyar hozzáadott érték a globális értékláncokban, melyek a legjelentősebb utak, és csomópontok a magyar hozzáadott érték export számára?	A magyar hozzáadott érték elsősorban Európában cirkulál, a kontinensen kívülre kevésbé jut el.	Megerősített
Hogyan befolyásolják a beszállításokban meglévő szekvenciális különbségek a különböző GVC indikátorok értékét? Van-e jelentősége annak, hogy hasonló termelési profilú országok a termelés mely szakaszában csatlakoznak az értékláncokba?	Magyarország az azonos termelési profilú V4-országokhoz képest később kapcsolódik be a termelésbe, ami a GVC mutatók értékét lefelé torzíttja.	Megerősített
Mennyire érintettek a hazai vállalatok a globális értékláncokban folyó hozzáadott érték áramlásban?	Az értékláncokba közvetett módon kapcsolódó magyar vállalati kör által beszállított hozzáadott érték nagyobb lehet, mint amekkora a közvetlenül kapcsolódó vállalatok által exportált, és ezt elsősorban a kis- és középvállalati réteg állítja elő.	Megerősített

Forrás: saját szerkesztés

A disszertáció két teljesen saját fejlesztésű (5. és 8. fejezet), továbbá egy továbbfejlesztett (7. fejezet) modellt tartalmaz, amelyek korábban nem voltak megtalálhatók a szakirodalomban. Első alkalommal nyílt lehetőség Magyarország elhelyezésére a globális értékláncok hálózatában úgy, hogy a gráf ritkítása során az algoritmus figyelembe veszi a fókuszpontban lévő ország kapcsolatrendszerét. A 6. fejezetben bemutatott módszerek segítségével követhető vált a direkt és indirekt hozzáadott értékek útvonala a világon több közvetítőn keresztül is.

A 7. fejezetben bemutatott továbbfejlesztett szekvenciakereső algoritmus alkalmas idősorok klaszterezésére, továbbá arra, valamint hálózatok dinamizálására, amellyel a szakirodalom korábban nem próbálkozott. A 8. fejezetben található módszertan egy régi igényt elégített ki, amely során az ÁKM-tábla egy új dimenziója lett megjelenítve az adóbevallási adatok felhasználásával.

Mint minden kutatásnak, ennek is megvannak a korlátai. A nemzetgazdasági ÁKM-táblák nagyon aggregáltak, így elfedik azokat a vállalatok közötti különbségeket, amelyek egyértelműen befolyásolják azt, hogy mennyi hozzáadott értéket képesek előállítani a hasonló tulajdonságú társakhoz képest. Ilyen lehet a tulajdonosi háttér, a regionális elhelyezkedés, de a termelékenységi különbségek sem jeleníthetők meg, miként a munkaerő sem bontható meg szellemi és fizikai besorolásúra. Ezek az információk nagyban hozzájárulnának az eredmények pontosításához. Szintén számottevő hátrány, hogy az MRIO-táblákban az adatok folyó áron vannak megadva, és bár a disszertációban alkalmazott indexálás módszerrel ki lehet szűrni az árak változását, nagymértékben bővítené az összehasonlítási lehetőségeket, ha a vizsgált mennyiségek volumenváltozását is elemezni lehetne. Az értekezés így nélkülözni kénytelen az idősoros vizsgálatokat, holott az Eora adatbázis 1990-től szolgáltat IO-adatokat.

A disszertáció azzal a szándékkal készült, hogy az itt megkezdett kutatási irányokat később folytatni lehessen. Számos olyan neuralgikus pont került azonosításra a GVC területén, amelyek elemzése újabb lényeges adalékokkal szolgálhat a későbbiekben. Ezek közül kettő emelendő ki: a növekedési források azonosítása, illetve a kockázatok szétterülésének becslése a hálózatokban. Az első pont megteremtené a multiplikátor jellegű kapcsolatokat az országok ágazatai között, így becsülhetővé válnának a növekedési hozzájárulások, mivel a nominális GDP pozitívan korrelál az értékláncban elfoglalt pozíciókkal (Dorrucci et al., 2019). A 2019. és a 2020. év megmutatta, hogy az

értéklánc egyes láncszemeiben bekövetkezett zavarok képesek problémákat okozni más egységeknél is, ez pedig nagy valószínűséggel nincs összefüggésben az országok méretével, hanem sokkal inkább a beszállított termék piaci szerkezetétől függ, ami elvezet a másik ponthoz, a kialakult függőségi viszonyok és kapcsolódó kockázatok elemzéséhez.

Irodalomjegyzék

- Ábel, I., Czakó, E. (2013): *Az exportsiker nyomában*. Alinea.
- Adamic, L. A., Huberman, B. A., Barabási, A.-L., Albert, R., Jeong, H., Bianconi, G. (2000): Power-Law Distribution of the World Wide Web. *Science*, 287(5461), 2115. <https://doi.org/10.1126/science.287.5461.2115a>
- Ágoston, K. C., Burka, D., Kovács, E., Vaskövi, Á., Vékás, P. (2019): Klaszterelemzési eljárások halandósági adatokra. *Statisztikai Szemle*, 97(7), 629–655. <https://doi.org/10.20311/stat2019.7.hu0629>
- Aguiar de Medeiros, C., Trebat, N. (2017): Inequality and Income Distribution in Global Value Chains. *Journal of Economic Issues*, 51(2), 401–408. <https://doi.org/10.1080/00213624.2017.1320916>
- Ahn, K. J., Guha, S., McGregor, A. (2012): Graph sketches: sparsification, spanners, and subgraphs. *Proceedings of the 31st ACM SIGMOD-SIGACT-SIGAI Symposium on Principles of Database Systems*, 5–14. <https://doi.org/10.1145/2213556.2213560>
- Albert, R., Jeong, H., Barabási, A.-L. (1999): Diameter of the World-Wide Web. *Nature*, 401(6749), 130–131. <https://doi.org/10.1038/43601>
- Alves, L. G. A., Mangioni, G., Cingolani, I., Rodrigues, F. A., Panzarasa, P., Moreno, Y. (2019): The nested structural organization of the worldwide trade multi-layer network. *Scientific Reports*, 9(1), 2866. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-39340-w>
- Alves, L. G. A., Mangioni, G., Rodrigues, F. A., Panzarasa, P., Moreno, Y. (2018): Unfolding the Complexity of the Global Value Chain: Strength and Entropy in the Single-Layer, Multiplex, and Multi-Layer International Trade Networks. *Entropy*, 20(12), 909. <https://doi.org/10.3390/e20120909>
- Amador, J., Cabral, S. (2017): Networks of Value-added Trade. *The World Economy*, 40(7), 1291–1313. <https://doi.org/10.1111/twec.12469>
- Amighini, A. A. (2012): China and India in the international fragmentation of automobile production. *China Economic Review*, 23(2), 325–341. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2012.01.002>
- Ancarani, A., Di Mauro, C., Mascali, F. (2019): Backshoring strategy and the adoption of Industry 4.0: Evidence from Europe. *Journal of World Business*, 54(4), 360–371. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2019.04.003>
- Anderson, J. E., van Wincoop, E. (2003): Gravity with Gravitas: A Solution to the Border Puzzle. *American Economic Review*, 93(1), 170–192. <https://doi.org/10.1257/000282803321455214>
- Antràs, P. (2020): *De-Globalisation? Global Value Chains in the Post-COVID-19 Age* (Working Paper No. 28115; Working Paper Series). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w28115>
- Arellano, M., Bond, S. (1991): Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277–297. <https://doi.org/10.2307/2297968>

- Arto, I., Rueda-Cantuche, J. M., Peters, G. P. (2014): Comparing the Gtap-Mrio and Wiod Databases for Carbon Footprint Analysis. *Economic Systems Research*, 26(3), 327–353. <https://doi.org/10.1080/09535314.2014.939949>
- Avrachenkov, K., Litvak, N. (2006): The Effect of New Links on Google Pagerank. *Stochastic Models*, 22(2), 319–331. <https://doi.org/10.1080/15326340600649052>
- Backer, K. D., DeStefano, T., Menon, C., Suh, J. R. (2018): *Industrial robotics and the global organisation of production* (No. 2018/03; OECD Science, Technology and Industry Working Papers). OECD. <https://www.oecd-ilibrary.org/content/paper/dd98ff58-en>
- Baldwin, R. (2012): *Global Supply Chains: Why They Emerged, Why They Matter, and Where They are Going* (SSRN Scholarly Paper ID 2153484). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=2153484>
- Baldwin, R. (2014): *Keynote speech at Global Value-Chain Training and Research Workshop*. Global Value-Chain Training and Research Workshop, Beijing.
- Baldwin, R., Lopez-Gonzalez, J. (2015): Supply-chain Trade: A Portrait of Global Patterns and Several Testable Hypotheses. *The World Economy*, 38(11), 1682–1721. <https://doi.org/10.1111/twec.12189>
- Baldwin, R., Tomiura, E. (2020): Thinking ahead about the trade impact of COVID-19. In R. Baldwin & W. di Mauro (Eds.), *Economics in the Time of COVID-19* (pp. 59–72). Centre for Economic Policy Research.
- Baldwin, R., Weder di Mauro, B. (2020): *Mitigating the COVID Economic Crisis: Act Fast and Do Whatever It Takes* | VOX, CEPR Policy Portal. VoxEU CEPR. <https://voxeu.org/content/mitigating-covid-economic-crisis-act-fast-and-do-whatever-it-takes>
- Banga, R. (2013): Measuring value in global value chains. *UNCTAD Background Paper*, 21. <https://doi.org/10.18356/dd847f8a-en>
- Barabási, A.-L., Albert, R. (1999): Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*, 286(5439), 509–512. <https://doi.org/10.1126/science.286.5439.509>
- Barabási, A.-L., Pósfai, M. (2016): *Network science*. Cambridge University Press.
- Barigozzi, M., Fagiolo, G., Mangioni, G. (2011): Identifying the community structure of the international-trade multi-network. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 390(11), 2051–2066. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2011.02.004>
- Bell, H. E. (1965): Gershgorin's Theorem and the Zeros of Polynomials. *The American Mathematical Monthly*, 72(3), 292–295. <https://doi.org/10.2307/2313703>
- Bella K., Kazimir I. (2020): A multinacionális nagyvállalatok stratégiai döntéseinek hatása a termelés oldali GDP alakulására = Effects of multinational corporations' strategic decisions on the production side of Hungarian GDP. *Statisztikai Szemle*, 98(3), 212–241.
- Bems, R., Johnson, R. C., Yi, K.-M. (2010): Demand Spillovers and the Collapse of Trade in the Global Recession. *IMF Economic Review*, 58(2), 295–326. <https://doi.org/10.1057/imfer.2010.15>
- Bergstrand, J. H. (1985): The Gravity Equation in International Trade: Some Microeconomic Foundations and Empirical Evidence. *The Review of Economics and Statistics*, 67(3), 474–481. <https://doi.org/10.2307/1925976>

- Bod, P. Á. (2015): Átmeneti ütemvesztés vagy a 'közepes jövedelem csapdája' – kommentár a magyar gazdaságfejlesztési teendőkhöz. *Gazdaság És Pénzügy*, 2(1), 2–17.
- Boda, G., Révész, T., Losonci, D., Fülöp, Z. (2019): A növekedési ütem és a foglalkoztatás növelésének lehetőségeiről. *Közgazdasági Szemle*, 66(4), 376–417. <https://doi.org/10.18414/KSZ.2019.4.376>
- Bonacich, P. (1972): Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification. *The Journal of Mathematical Sociology*, 2(1), 113–120. <https://doi.org/10.1080/0022250X.1972.9989806>
- Borgatti, S. P., Everett, M. G. (2006): A Graph-theoretic perspective on centrality. *Social Networks*, 28(4), 466–484. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2005.11.005>
- Brin, S., Page, L. (1998): The anatomy of a large-scale hypertextual Web search engine. *Computer Networks and ISDN Systems*, 30(1), 107–117. [https://doi.org/10.1016/S0169-7552\(98\)00110-X](https://doi.org/10.1016/S0169-7552(98)00110-X)
- Bródka, P., Skibicki, K., Kazienko, P., Musiał, K. (2011): A degree centrality in multi-layered social network. *2011 International Conference on Computational Aspects of Social Networks (CASON)*, 237–242. <https://doi.org/10.1109/CASON.2011.6085951>
- Bruner, J., Rassier, D. G., Ruhl, K. J. (2018): *Multinational Profit Shifting and Measures throughout Economic Accounts* (Working Paper No. 24915; Working Paper Series). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w24915>
- Caldarelli, G., Cristelli, M., Gabrielli, A., Pietronero, L., Scala, A., Tacchella, A. (2012): A Network Analysis of Countries' Export Flows: Firm Grounds for the Building Blocks of the Economy. *PLOS ONE*, 7(10), e47278. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047278>
- Campbell, D. L. (2010): *History, Culture, and Trade: A Dynamic Gravity Approach* (Working Paper No. 26/2010). EERI Research Paper Series. <https://www.econstor.eu/handle/10419/142588>
- Campling, L. (2016): Trade politics and the global production of canned tuna. *Marine Policy*, 69, 220–228. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2016.02.006>
- Cappariello, R., Franco-Bedoya, S., Gunnella, V., Ottaviano, G. I. P. (2020): *Rising Protectionism and Global Value Chains: Quantifying the General Equilibrium Effects* (SSRN Scholarly Paper ID 3612910). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3612910>
- Cerina, F., Zhu, Z., Chessa, A., Riccaboni, M. (2015): World Input-Output Network. *PLOS ONE*, 10(7), e0134025. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134025>
- Chikán, A. (2008): *Vállalatgazdaságtan*. Aula.
- Chikán, A., Kovács, E., Matyusz, Z., Sass, M., Vakhal, P. (2018): *Inventories in National Economies: A Cross-Country Analysis of Macroeconomic Data* (1st ed. 2018). Springer London : Imprint: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-7371-7>
- Clauset, A., Newman, M. E. J., Moore, C. (2004): Finding community structure in very large networks. *Physical Review E*, 70(6), 066111. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.70.066111>

- Clelland, D. A. (2014): The Core of the Apple: Degrees of Monopoly and Dark Value in Global Commodity Chains. *Journal of World-Systems Research*, 82–111. <https://doi.org/10.5195/jwsr.2014.564>
- Cobb, C., Douglas, P. (1928): A Theory of Production. *The American Economic Review*, 18(1), 139–165.
- Consul, P. C., Jain, G. C. (1973): A Generalization of the Poisson Distribution. *Technometrics*, 15(4), 791–799. <https://doi.org/10.2307/1267389>
- Criscuolo, C., Timmis, J. (2017): The relationship between global value chains and productivity. In A. Sharpe & G. Nicoletti (Eds.), *International Productivity Monitor* (pp. 61–83). Centre for the Study of Living Standards.
- Criscuolo, C., Timmis, J. (2018): *GVCs and centrality: Mapping key hubs, spokes and the periphery*. <https://doi.org/10.1787/d4a9bd6f-en>
- Csontos, L., Ray, S. C. (1992): The Leontief Production Function as a Limiting Case of the CES. *Indian Economic Review*, 27(2), 235–237.
- Czakó E., Juhász P., Reszegi L. (2016): Versenyképesség és export – vállalati szintű kvalitatív és kvantitatív kutatási eredmények összevetése. *Vezetéstudomány - Budapest Management Review*, 47(8), 3–14. <https://doi.org/10.14267/VEZTUD.2016.08.01>
- Czakó, E., Reszegi, L., Bartók, I. (2010): *Nemzetközi vállalatgazdaságtan*. Alinea : Vállalatgazdasági Tudományos Egyesület.
- Czakó, E., Vakhal, P. (2020): Hungary in Global Value Chains. In C. Xin (Ed.), *Toward Center or Periphery in Global Value Chains*. China-CEE Institute.
- Dachs, B., Kinkel, S., Jäger, A. (2019): Bringing it all back home? Backshoring of manufacturing activities and the adoption of Industry 4.0 technologies. *Journal of World Business*, 54(6), 101017. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2019.101017>
- Daudin, J.-J., Picard, F., Robin, S. (2008): A mixture model for random graphs. *Statistics and Computing*, 18(2), 173–183. <https://doi.org/10.1007/s11222-007-9046-7>
- Degain, C., Meng, B., Wang, Zhi. (2017): Recent trends in global trade and global value chains. In *Global value chain development report 2017: measuring and analyzing the impact of GVCs on economic development* (pp. 37–68). World Bank.
- Demsetz, H. (1997): *The economics of the business firm: seven critical commentaries* (1. paperback ed). Cambridge Univ. Press.
- Dhillon, I. S., Guan, Y., Kulis, B. (2007): Weighted Graph Cuts without Eigenvectors A Multilevel Approach. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 29(11), 1944–1957. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2007.1115>
- Diakantoni, A., Escaith, H., Roberts, M., Verbeet, T. (2017): *Accumulating Trade Costs and Competitiveness in Global Value Chains* (SSRN Scholarly Paper ID 2906866). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2906866>
- Diewert, E., Lawrence, D. (1999): Measuring New Zealand's Productivity. In *Treasury Working Paper Series* (No. 99/05; Treasury Working Paper Series). New Zealand Treasury. <https://ideas.repec.org/p/nzt/nztwps/99-05.html>

- Diewert, W. E. (1971): An Application of the Shephard Duality Theorem: A Generalized Leontief Production Function. *Journal of Political Economy*, 79(3), 481–507.
- Doherty, M. (2015): Reflecting Factoryless Goods Production in the U.S. Statistical System. In S. N. Houseman & M. Mandel (Eds.), *Measuring Globalization: Better Trade Statistics for Better Policy* (pp. 13–44). W.E. Upjohn Institute. <https://doi.org/10.17848/9780880994903.vol2ch2>
- Donato, M., Ahsan, K., Shee, H. (2015): Resource dependency and collaboration in construction supply chain: literature review and development of a conceptual framework. *International Journal of Procurement Management*, 8(3), 344–364. <https://doi.org/10.1504/IJPM.2015.069157>
- Dorrucci, E., Gunnella, V., Al-Haschimi, A., Benkovskis, K., Chiacchio, F., de Soyres, F., Di Lupidio, B., Fidora, M., Franco-Bedoya, S., Frohm, E., Gradeva, K., López-García, P., Koester, G., Nickel, C., Osbat, C., Pavlova, E., Schmitz, M., Schroth, J., Skudelny, F., ... Wörz, J. (2019): *The impact of global value chains on the euro area economy* (Research Report No. 221). ECB Occasional Paper. <https://doi.org/10.2866/870210>
- Dridi, J., Zieschang, K. (2004): Export and Import Price Indices. *IMF Staff Papers*, 51(1), 157–194. <https://doi.org/10.2307/30035869>
- Eichengreen, B., Park, D., Shin, K. (2013): *Growth Slowdowns Redux: New Evidence on the Middle-Income Trap* (Working Paper No. 18673; Working Paper Series). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w18673>
- Éltető, A., Udvari, B. (2018): Nemzetköziesedés a válság után – a magyar kis- és középvállalatok exportjára ható tényezők. *Közgazdasági Szemle*, 65(4), 402–425.
- Emmert-Streib, F., Dehmer, M., Shi, Y. (2016): Fifty years of graph matching, network alignment and network comparison. *Information Sciences*, 346–347, 180–197. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2016.01.074>
- Engel, J., Taglioni, D. (2017): The middle-income trap and upgrading along global value chains. In *Global Value Chain Report 2017: Measuring and analyzing the impact of GVCs on economic development* (pp. 119–139). World Bank.
- EUROSTAT-OECD. (2015): *Eurostat-OECD Compilation guide on land estimations*. Eurostat. <https://doi.org/10.1787/9789264235175-en>
- Fernandes, N. (2020): *Economic Effects of Coronavirus Outbreak (COVID-19) on the World Economy* (SSRN Scholarly Paper ID 3557504). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3557504>
- Ferrarini, B. (2013): Vertical Trade Maps. *Asian Economic Journal*, 27(2), 105–123. <https://doi.org/10.1111/asej.12005>
- Fiedler, M. (1973): Algebraic connectivity of graphs. *Czechoslovak Mathematical Journal*, 23(2), 298–305. <https://doi.org/10.21136/CMJ.1973.101168>
- Fortunato, S., Boguñá, M., Flammini, A., Menczer, F. (2008): Approximating PageRank from In-Degree. In W. Aiello, A. Broder, J. Janssen, & E. Milios (Eds.), *Algorithms and Models for the Web-Graph* (pp. 59–71). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-78808-9_6

- Garlaschelli, D., Loffredo, M. I. (2005): Structure and evolution of the world trade network. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 355(1), 138–144. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2005.02.075>
- Gáspár, T., Koppány, K. (2020): A globális értékláncok mérése nemzetközi ÁKM-ek alapján. *Statisztikai Szemle*, 98(9), 1035–1065. <https://doi.org/10.20311/stat2020.9.hu1035>
- Gáspár T., Natsuda K., Sass M. (2020): *Backward Linkages in the Hungarian Automotive Industry: Where Are the Links Concentrated?* (pp. 100–111). Škoda Auto University. <http://real.mtak.hu/116623/>
- Gereffi, G. (1994): *The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks* (pp. 95–122).
- Gereffi, G. (2020): What does the COVID-19 pandemic teach us about global value chains? The case of medical supplies. *Journal of International Business Policy*, 3(3), 287–301. <https://doi.org/10.1057/s42214-020-00062-w>
- Gereffi, G., Fernandez-Stark, K. (2011): *Global Value Chain Analysis: A Primer*.
- Gereffi, G., Humphrey, J., Sturgeon, T. (2005): The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12(1), 78–104. <https://doi.org/10.1080/09692290500049805>
- Gereffi, G., Luo, X. (2014): *Risks and Opportunities of Participation in Global Value Chains* (No. WPS6847; Policy Research Working Paper). World Bank. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/914141468325443509/pdf/WPS6847.pdf>
- Giljum, S., Wieland, H., Lutter, S., Eisenmenger, N., Schandl, H., Owen, A. (2019): The impacts of data deviations between MRIO models on material footprints: A comparison of EXIOBASE, Eora, and ICIO. *Journal of Industrial Ecology*, 23(4), 946–958. <https://doi.org/10.1111/jiec.12833>
- Goldstein, B., Newell, J. P. (2020): How to track corporations across space and time. *Ecological Economics*, 169, 106492. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.106492>
- Grassi, B. (2016): *Io in io: Size, industrial organization, and the input-output network make a firm structurally important*. Bocconi University.
- Gullickson, W., Harper, M. J. (1987): Multifactor Productivity in U.S. Manufacturing, 1949–83. *Monthly Labor Review*, 110, 18–28.
- Györffy, D. (2021): Felzárkózási pályák Kelet-Közép-Európában két válság között. *Közgazdasági Szemle*, 68(1), 47–75. <https://doi.org/10.18414/KSZ.2021.1.47>
- Hajnal, P. (2003): *Gráfelmélet*. Polygon Kiadó.
- Hambye, C., Hertveldt, B., Michel, B. (2018): Does consistency with detailed national data matter for calculating carbon footprints with global multi-regional input–output tables? A comparative analysis for Belgium based on a structural decomposition. *Journal of Economic Structures*, 7(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40008-018-0110-6>
- Harvey, D. I., Kellard, N. M., Madsen, J. B., Wohar, M. E. (2010): The Prebisch-Singer Hypothesis: Four Centuries of Evidence. *The Review of Economics and Statistics*, 92(2), 367–377. <https://doi.org/10.1162/rest.2010.12184>

- Hayter, R., Watts, H. D. (1983): The Geography of Enterprise: A Reappraisal. *Progress in Human Geography*, 7(2), 157–181.
<https://doi.org/10.1177/030913258300700201>
- Heathfield, D. F., Wibe, S. (1987): *An Introduction to Cost and Production Functions*. Macmillan Education UK. <https://doi.org/10.1007/978-1-349-18721-8>
- Heintz, J. (2006): Low-wage manufacturing and global commodity chains: a model in the unequal exchange tradition. *Cambridge Journal of Economics*, 30(4), 507–520. <https://doi.org/10.1093/cje/bei095>
- Helpman, E., Krugman, P. R. (1985): *Market Structure and Foreign Trade: Increasing Returns, Imperfect Competition, and the International Economy*. MIT Press.
- Heuser, C., Mattoo, A. (2017): *Services trade and global value chains* (No. 8126; Policy Research Working Paper). World Bank.
- IMF. (2017): *Globalization and Global Value Chains in External Sector Statistics: Measurement and Challenge* (BOPCOM—17/04). IMF.
<https://www.imf.org/external/pubs/ft/bop/2017/pdf/17-04.pdf>
- Inklaar, R., Timmer, M. P., Ark, B. van. (2007): Mind the Gap! International Comparisons of Productivity in Services and Goods Production. *German Economic Review*, 8(2), 281–307. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0475.2007.00408.x>
- Jiang, X. (2013): *Trade and employment in a vertically specialized world* [ILO Working Paper]. International Labour Organization.
<https://econpapers.repec.org/paper/iloilowps/994855113402676.htm>
- Jiménez-Zarco, A. I., Moreno-Gavara, C., Njomkap, J. C. S. (2019): Sustainability in Global Value-Chain Management: The Source of Competitive Advantage in the Fashion Sector. In C. Moreno-Gavara & A. I. Jiménez-Zarco (Eds.), *Sustainable Fashion: Empowering African Women Entrepreneurs in the Fashion Industry* (pp. 37–76). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-91265-3_3
- Johanson, J., Vahlne, J. (1990): The Mechanism of Internationalisation. *International Marketing Review*, 7(4). <https://doi.org/10.1108/02651339010137414>
- Johnson, R. C., Noguera, G. (2012): Accounting for intermediates: Production sharing and trade in value added. *Journal of International Economics*, 86(2), 224–236. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2011.10.003>
- Johnson, R. C., Noguera, G. (2017): A Portrait of Trade in Value-Added over Four Decades. *The Review of Economics and Statistics*, 99(5), 896–911.
https://doi.org/10.1162/REST_a_00665
- Jones, C. I. (2003): Growth, capital shares, and a new perspective on production functions. *Proceedings*, Nov.
<https://ideas.repec.org/a/fip/fedfpr/y2003inovx2.html>
- Kaiser, C., Festl, A., Pucher, G., Fellmann, M., Stocker, A. (2019): *The Vehicle Data Value Chain as a Lightweight Model to Describe Digital Vehicle Services*. 68–79. <https://doi.org/10.5220/0008113200680079>
- Kaplinsky, R. (2000): Globalisation and Unequalisation: What Can Be Learned from Value Chain Analysis? *The Journal of Development Studies*, 37(2), 117–146.
<https://doi.org/10.1080/713600071>

- Katz, L. (1953): A new status index derived from sociometric analysis. *Psychometrika*, 18(1), 39–43. <https://doi.org/10.1007/BF02289026>
- Knight, G. A., Cavusgil, S. T. (2004): Innovation, Organizational Capabilities, and the Born-Global Firm. *Journal of International Business Studies*, 35(2), 124–141.
- Knorringa, P., Pegler, L. (2006): Globalisation, Firm Upgrading and Impacts on Labour. *Tijdschrift Voor Economische En Sociale Geografie*, 97(5), 470–479. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9663.2006.00357.x>
- Kolaczyk, E. D., Csárdi, G. (2014): *Statistical Analysis of Network Data with R*. Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-0983-4>
- Kónya, I. (2017): A magyar növekedésről – egy régimódi megközelítés. *Közgazdasági Szemle*, 64(9), 915–929. <https://doi.org/10.18414/KSZ.2017.9.915>
- Koopman, R., Powers, W., Wang, Z., Wei, S.-J. (2010): *Give Credit Where Credit Is Due: Tracing Value Added in Global Production Chains* (Working Paper No. 16426; Working Paper Series). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w16426>
- Koopman, R., Wang, Z., Wei, S.-J. (2014): Tracing Value-Added and Double Counting in Gross Exports. *American Economic Review*, 104(2), 459–494. <https://doi.org/10.1257/aer.104.2.459>
- Koopmans, L. H. (1995): *The spectral analysis of time series*. <http://site.ebrary.com/id/10244424>
- Koppány, K. (2017): A növekedés lehetőségei és kockázatai. Magyarország feldolgozóipari exportteljesítményének és ágazati szerkezetének vizsgálata, 2010–2014. *Közgazdasági Szemle*, 64(1), 17–53.
- Koroknai, P., Lénárt-Odorán, R. (2011): A speciális célú vállalatok szerepe a hazai gazdaságban és a statisztikákban. *MNB Szemle*, 6(3), 51–60.
- Kortum, S. S. (1997): Research, Patenting, and Technological Change. *Econometrica*, 65(6), 1389–1419. <https://doi.org/10.2307/2171741>
- Kovács, E. (1989): Idősorok kointegrációja. *Statisztikai Szemle*, 67(5), 599–619.
- Kovács, E. (2014): *Többváltozós adatelemzés*. Typotex.
- Kovács, O. (2017): Az ipar 4.0 komplexitása – I. *Közgazdasági Szemle*, 64(7–8), 823–854.
- Lacasa, L., Luque, B., Ballesteros, F., Luque, J., Nuño, J. C. (2008): From time series to complex networks: The visibility graph. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(13), 4972–4975. <https://doi.org/10.1073/pnas.0709247105>
- Lacasa, L., Nicosia, V., Latora, V. (2015): Network structure of multivariate time series. *Scientific Reports*, 5(1), 15508. <https://doi.org/10.1038/srep15508>
- Lancichinetti, A., Fortunato, S. (2009): Community detection algorithms: A comparative analysis. *Physical Review E*, 80(5), 056117. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.80.056117>
- Lee, J., Gereffi, G. (2015): Global value chains, rising power firms and economic and social upgrading. *Critical Perspectives on International Business*, 11(3/4), 319–339. <https://doi.org/10.1108/cpoib-03-2014-0018>
- Lemmers, O., Wong, K. F. (2019): Distinguishing Between Imports for Domestic Use and for Re-Exports: A Novel Method Illustrated for the Netherlands. *National*

- Institute Economic Review*, 249(1), R59–R67.
<https://doi.org/10.1177/002795011924900115>
- Lenzen, M., Moran, D., Kanemoto, K., Geschke, A. (2013): Building Eora: A Global Multi-Region Input–Output Database at High Country and Sector Resolution. *Economic Systems Research*, 25(1), 20–49.
<https://doi.org/10.1080/09535314.2013.769938>
- Leslie, D., Reimer, S. (1999): Spatializing commodity chains. *Progress in Human Geography*, 23(3), 401–420. <https://doi.org/10.1177/030913259902300304>
- Li, X., Meng, B., Wang, Zhi. (2019): Recent patterns of global production and GVC participation. In D. Dollar, E. Ganne, V. Stolzenburg, & Wang, Zhi (Eds.), *Global Value Chain Development Report 2019* (pp. 9–44). World Trade Organization.
<http://ea.makowave.net/docs/20190517013703293004.pdf#page=19>
- Lipsey, R. E. (2006): *Measuring International Trade in Services* (Working Paper No. 12271; Working Paper Series). National Bureau of Economic Research.
<https://doi.org/10.3386/w12271>
- Lorenz, E. N. (1963): Deterministic Nonperiodic Flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20(2), 130–141. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1963\)020<0130:DNF>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1963)020<0130:DNF>2.0.CO;2)
- Los, B., Timmer, M. P., Vries, G. J. de. (2015): How Global Are Global Value Chains? A New Approach to Measure International Fragmentation. *Journal of Regional Science*, 55(1), 66–92. <https://doi.org/10.1111/jors.12121>
- Lund, S., Manyika, J., Woetzel, J., Bughin, J., Krishnan, M., Seong, J., Muir, M. (2019): *Globalization in transition: The future of trade and value chains* (No. 144). McKinsey Global Institute.
- Luque, B., Lacasa, L., Ballesteros, F., Luque, J. (2009): Horizontal visibility graphs: Exact results for random time series. *Physical Review E*, 80(4), 046103.
<https://doi.org/10.1103/PhysRevE.80.046103>
- Lütkepohl, H. (2006): Structural vector autoregressive analysis for cointegrated variables. *Allgemeines Statistisches Archiv*, 90(1), 75–88.
<https://doi.org/10.1007/s10182-006-0222-4>
- Maher, M., Narodytska, N., Quimper, C.-G., Walsh, T. (2008): Flow-Based Propagators for the SEQUENCE and Related Global Constraints. In P. J. Stuckey (Ed.), *Principles and Practice of Constraint Programming* (pp. 159–174). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-540-85958-1_11
- Manders, J. H. M., Caniëls, M. C. J., Ghijsen, P. W. Th. (2016): Exploring supply chain flexibility in a FMCG food supply chain. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 22(3), 181–195. <https://doi.org/10.1016/j.pursup.2016.06.001>
- McGrath, S. (2013): Fuelling global production networks with slave labour?: Migrant sugar cane workers in the Brazilian ethanol GPN. *Geoforum*, 44, 32–43.
<https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2012.06.011>
- McNerney, J., Fath, B. D., Silverberg, G. (2013): Network structure of inter-industry flows. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 392(24), 6427–6441. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2013.07.063>

- Mead, D. (2014): Analyzing alternatives to export price indexes. *Beyond the Numbers: Global Economy*, 3(27). https://www.bls.gov/opub/btn/volume-3/analyzing-alternatives-to-export-price-indexes.htm?view_full
- Meghanathan, N. (2014): Spectral Radius as a Measure of Variation in Node Degree for Complex Network Graphs. *2014 7th International Conference on U- and e-Service, Science and Technology*, 30–33. <https://doi.org/10.1109/UNESST.2014.8>
- Meng, B., Ye, M., Wei, S.J. (2017): *Value-added Gains and Job Opportunities in Global Value Chains* (No. 668; IDE Discussion Papers).
- Milberg, W., Winkler, D. E. (2010): *Trade Crisis and Recovery: Restructuring of Global Value Chains* (SSRN Scholarly Paper ID 1601769). Social Science Research Network. <https://papers.ssrn.com/abstract=1601769>
- Miller, R. E., Blair, P. D. (2009): *Input–Output Analysis: Foundations and Extensions* (2nd ed.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511626982>
- Miroudot, S., Cadestin, C. (2017): *Services In Global Value Chains: From Inputs to Value-Creating Activities* (OECD Trade Policy Papers No. 197; OECD Trade Policy Papers, Vol. 197). <https://doi.org/10.1787/465f0d8b-en>
- Miroudot, S., Nordström, H. S. (2019): *Made in the World Revisited* (SSRN Scholarly Paper ID 3489137). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3489137>
- Mudambi, R. (2008): Location, control and innovation in knowledge-intensive industries. *Journal of Economic Geography*, 8(5), 699–725. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbn024>
- Muradov, K. (2016): *Counting Borders in Global Value Chains* (SSRN Scholarly Paper ID 2808130). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2808130>
- Nádudvari, Z. (2013): A globális vállalatcsoport gazdaságstatisztikai mutatói. *Statisztikai Szemle*, 91(7), 763–773.
- Nakajo, A. (1995): Analysis of Firm Size Effect on R&D Activities in Japan. *Journal of Applied Input-Output Analysis*, 2(2), 80–93.
- Nakamura, A., Diewert, E., Greenless, J., Nakamura, L., Reinsdorf, M. (2015): Sourcing substitution and related price index biases. In S. N. Houseman & M. Mandel (Eds.), *Measuring Globalization: Better Trade Statistics for Better Policy* (pp. 21–88). W.E. Upjohn Institute.
- Newman, M. E. J. (2018): *Networks* (Second edition). Oxford University Press.
- Newman, M. E. J., Girvan, M. (2004): Finding and evaluating community structure in networks. *Physical Review E*, 69(2), 026113. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.69.026113>
- Ngai, P., Chan, J. (2012): Global Capital, the State, and Chinese Workers: The Foxconn Experience. *Modern China*, 38(4), 383–410. <https://doi.org/10.1177/0097700412447164>
- Nicita, A., Ognivtsev, V., Shirotori, M. (2013): Global Supply Chains: Trade And Economic Policies For Developing Countries. In *UNCTAD Blue Series Papers* (No. 55; UNCTAD Blue Series Papers). United Nations Conference on Trade and Development. <https://ideas.repec.org/p/unc/blupap/55.html>

- OECD. (2001): *Measuring Productivity - OECD Manual: Measurement of Aggregate and Industry-level Productivity Growth*. OECD.
<https://doi.org/10.1787/9789264194519-en>
- OECD. (2008): *Multinational enterprises in the global economy*. OECD.
<https://www.oecd.org/industry/ind/MNEs-in-the-global-economy-policy-note.pdf>
- OECD. (2016): *Irish GDP up by 26.3% in 2015?* OECD.
<https://www.oecd.org/sdd/na/Irish-GDP-up-in-2015-OECD.pdf>
- OECD (Ed.). (2017): *OECD Transfer Pricing Guidelines for Multinational Enterprises and Tax Administrations*. OECD.
- Owen, A., Steen-Olsen, K., Barrett, J., Wiedmann, T., Lenzen, M. (2014): A Structural Decomposition Approach to Comparing Mrio Databases. *Economic Systems Research*, 26(3), 262–283. <https://doi.org/10.1080/09535314.2014.935299>
- Palócz É., Vakhal P. (2018a):. Fél pohár víz - avagy hogyan értelmezhető a magyar versenyképesség az objektív és szubjektív mutatók szerint. In Kolosi T. & Tóth I. G. (Eds.), *Társadalmi Riport 2018* (pp. 217–232). TÁRKI.
- Palócz É., Vakhal P. (2018b):. Mi lett velük?: Egy kiterjesztett esettanulmány tanulságai a középvállalati réteg sorsának alakulásáról 2000–2016 között. In Kolosi T. & Tóth I. G. (Eds.), *Társadalmi Riport 2018* (pp. 203–216). TÁRKI.
<http://publikaciotar.repozitorium.uni-bge.hu/1127/>
- Pemmaraju, S., Skiena, S. (2003): *Computational Discrete Mathematics: Combinatorics and Graph Theory with Mathematica*®. Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781139164849>
- Perényi, Á., Losoncz, M. (2018): A Systematic Review of International Entrepreneurship Special Issue Articles. *Sustainability*, 10(10), 3476.
<https://doi.org/10.3390/su10103476>
- Porter, M. E. (1998): *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance: with a new introduction* (1st Free Press ed). Free Press.
- Pratono, A. H. (2019): Cross-cultural collaboration for inclusive global value chain: a case study of rattan industry. *International Journal of Emerging Markets*, 15(1), 149–170. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-01-2017-0028>
- Rassier, D. G. (2017): Improving the SNA Treatment of Multinational Enterprises. *Review of Income and Wealth*, 63(s2), S287–S320.
<https://doi.org/10.1111/roiw.12323>
- Rodrik, D. (2012): *The Globalization Paradox: Democracy and the Future of the World Economy* (Reprint edition). W. W. Norton & Company.
- Schreyer, P., Pilat, D. (2001): Measuring productivity. *OECD Economic Studies*, 33(2), 127–170.
- Serrano, M. Á., Boguñá, M. (2003): Topology of the world trade web. *Physical Review E*, 68(1), 015101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.68.015101>
- Shin, N., Kraemer, K. L., Dedrick, J. (2012): Value Capture in the Global Electronics Industry: Empirical Evidence for the “Smiling Curve” Concept. *Industry and Innovation*, 19(2), 89–107. <https://doi.org/10.1080/13662716.2012.650883>

- Soundarajan, S., Eliassi-Rad, T., Gallagher, B. (2014): A Guide to Selecting a Network Similarity Method. *Proceedings of the 2014 SIAM International Conference on Data Mining*, 1037–1045. <https://doi.org/10.1137/1.9781611973440.118>
- Stevens, C. (2001): Value Chains and Trade Policy The Case of Agriculture. *IDS Bulletin*, 32(3), 46–59. <https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.2001.mp32003006.x>
- Stöllinger, R. (2019): *Testing the Smile Curve: Functional Specialisation in GVCs and Value Creation* (Working Paper No. 163). wiiw Working Paper. <https://www.econstor.eu/handle/10419/204028>
- Strange, R. (2020): The 2020 Covid-19 pandemic and global value chains. *Journal of Industrial and Business Economics*, 47(3), 455–465. <https://doi.org/10.1007/s40812-020-00162-x>
- Stringer, C., Michailova, S. (2018): Why modern slavery thrives in multinational corporations' global value chains. *Multinational Business Review*, 26(3), 194–206. <https://doi.org/10.1108/MBR-04-2018-0032>
- Stubnya B. (2020, November 18): *A kínai autóvásárlók elkezdtek kihúzni a gödörből a magyar járműgyártást | G7 - Gazdasági sztorik érthetően.* <https://g7.hu/vallalat/20201118/a-kinai-autovasarlok-elkezdték-kihuzni-a-godorbol-a-magyar-jarmugyartast/>
- Sturgeon, Timothy, Nielsen, P., Linden, G., Gereffi, G., Brown, C. (2013): Direct Measurement of Global Value Chains: Collecting Product- and Firm-Level Statistics on Value Added and Business Function Outsourcing and Offshoring. In A. Mattoo, Z. Wang, & S.-J. Wei (Eds.), *Trade in value added - Developing new measures of cross-border trade*. World Bank.
- Sturgeon, Timothy. (2001): How Do We Define Value Chains and Production Networks? *IDS Bulletin*, 32(3), 9–18. <https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.2001.mp32003002.x>
- Sturgeon, Timothy. (2015, May 20): Trade in value added indicators: what they are, what they aren't, and where they're headed. *VoxEU.Org*. <https://voxeu.org/article/trade-value-added-indicators-caveat-emptor>
- Sturgeon, Timothy, Van Biesebroeck, J., Gereffi, G. (2008): Value chains, networks and clusters: reframing the global automotive industry. *Journal of Economic Geography*, 8(3), 297–321. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbn007>
- Szabó, N. (2015): A regionális input-output táblák becslési módszerei. *Területi Statisztika*, 55(01), 3–27.
- Szalavetz, A. (2012): Az immateriális beruházások és a nem közvetlenül a termelésben foglalkoztatottak szerepe a gazdasági felzárkózásban. *Közgazdasági Szemle, LIX*(11), 1187–1206.
- Szalavetz, A. (2013): Feljebb lépés a multinacionális vállalatok globális értékláncain belül – a hazai leányvállalatok tapasztalatai. *Külgazdaság*, 58(11–12), 53–75.
- Szerb, L., Márkus, G., Csapi, V. (2014): Versenyképesség és nemzetköziesedés a magyar kisvállalatok körében a 2010-es években. *Külgazdaság*, 58(11–12), 65–82.
- Timmer, M., Los, B., Stehrer, R., de Vries, G. (2016): *An Anatomy of the Global Trade Slowdown based on the WIOD 2016 Release* (GGDC Research Memorandum GD-162). Groningen Growth and Development Centre, University of Groningen. <https://econpapers.repec.org/paper/grorugggd/gd-162.htm>

- Timmer, M. P., Dietzenbacher, E., Los, B., Stehrer, R., Vries, G. J. de. (2015): An Illustrated User Guide to the World Input–Output Database: the Case of Global Automotive Production. *Review of International Economics*, 23(3), 575–605. <https://doi.org/10.1111/roie.12178>
- Timmer, M. P., Erumban, A. A., Los, B., Stehrer, R., de Vries, G. J. (2014): Slicing Up Global Value Chains. *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 99–118. <https://doi.org/10.1257/jep.28.2.99>
- Timmer, M. P., O’Mahony, M., Ark, B. van. (2007): EU KLEMS Growth and Productivity Accounts: An Overview. *International Productivity Monitor*, 14, 71–85.
- Tröster, B. (2020): *Blockchain technologies for commodity value chains: The solution for more sustainability?* (Research Report No. 27). ÖFSE Briefing Paper. <https://www.econstor.eu/handle/10419/224986>
- UNECE. (2011): *The impact of globalization on national accounts*.
- United Nations (Ed.). (1999): *Handbook of input-output table compilation and analysis*. United Nations.
- Vakhal, P. (2016a):. A GVC-k felülnézetből, avagy mit lát a hivatalos statisztika a globális értékláncokból? In E. Czakó, *A globális értékláncok-elméleti alapok és számbavételi lehetőségek.: Vol. Fejezetek a nemzetközi üzleti gazdaságtanból* (pp. 60–71). Budapesti Corvinus Egyetem. http://edok.lib.uni-corvinus.hu/481/1/Nkzi_163.pdf
- Vakhal, P. (2016b):. *A hozzáadott-érték kereskedelem tendenciái az OECD-országokban* (No. 50; Kopint-Tárki Műhelytanulmányok). Kopint-Tárki.
- Vakhal P. (2017): *Magyarország elhelyezkedése a globális érték- és termelési láncban*. Kopint-Tárki. <https://www.parlament.hu/documents/126660/1249496/Magyarország+elhelyezkedese+a+globalis+erteklancban.pdf>
- Vakhal, P. (2018a, November 14): *Hol helyezkedik el Magyarország a regionális beszállítói láncban?* A Magyar Logisztikai, Beszerzési és Készletezési Társaság 26. kongresszusa, Siófok.
- Vakhal, P. (2018b, November 21): *A termelési tényezők szerepe az európai járműipari értékláncban*. Magyar Tudomány Ünnepe – Nemzetköziesedés és fenntarthatóság konferencia, Budapest.
- Vakhal, P. (2018c, November 26): Szekvencia, motívum, dinamika feltáró algoritmusok. *Adatelemzés a Gyakorlatban*. BCE Adatelemző Központ workshop, Budapest.
- Vakhal, P. (2020): Magyar kis- és középvállalkozások a globális értékláncokban. *Külgazdaság*, 64(5–6), 30–59. <https://doi.org/10.47630/KULG.2020.64.5-6.30>
- Wall, R. S., van der Knaap, G. A. (2011): Sectoral Differentiation and Network Structure Within Contemporary Worldwide Corporate Networks. *Economic Geography*, 87(3), 267–308. <https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2011.01122.x>
- Wang, Z., Wei, S.-J., Yu, X., Zhu, K. (2017a):. *Characterizing Global Value Chains: Production Length and Upstreamness* (No. w23261; p. w23261). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w23261>
- Wang, Z., Wei, S.-J., Yu, X., Zhu, K. (2017b):. *Measures of Participation in Global Value Chains and Global Business Cycles* (Working Paper No. 23222; Working

Paper Series). National Bureau of Economic Research.
<https://doi.org/10.3386/w23222>

Wang, Z., Wei, S.-J., Zhu, K. (2013): *Quantifying International Production Sharing at the Bilateral and Sector Levels* (Working Paper No. 19677; Working Paper Series). National Bureau of Economic Research. <https://doi.org/10.3386/w19677>

Welch, P. (1967): The use of fast Fourier transform for the estimation of power spectra: A method based on time averaging over short, modified periodograms. *IEEE Transactions on Audio and Electroacoustics*, 15(2), 70–73.
<https://doi.org/10.1109/TAU.1967.1161901>

Wetherell, C., Shannon, A. (1979): Tidy Drawings of Trees. *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-5(5), 514–520.
<https://doi.org/10.1109/TSE.1979.234212>

Xiao, H., Meng, B., Ye, J., Li, S. (2020): Are global value chains truly global? *Economic Systems Research*, 32(4), 540–564.
<https://doi.org/10.1080/09535314.2020.1783643>

I. melléklet

Országkód	Ország
ABW	Aruba
AFG	Afganisztán
AGO	Angola
ALB	Albánia
AND	Andorra
ANT	Holland Antillák
ARE	Egyesült Arab Emírségek
ARG	Argentína
ARM	Örményország
ATG	Antigua és Barbuda
AUS	Ausztrália
AUT	Ausztria
AZE	Azerbajdzsán
BDI	Burundi
BEL	Belgium
BEN	Benin
BFA	Burkina Faso
BGD	Banglades
BGR	Bulgária
BHR	Bahrein
BHS	Bahama-szigetek
BIH	Bosznia-Hercegovina
BLR	Fehéroroszország
BLZ	Belize
BMU	Bermuda
BOL	Bolívia
BRA	Brazília
BRB	Barbados
BRN	Brunei
BTN	Bhután
BWA	Botswana
CAF	Közép-Afrika
CAN	Kanada
CHE	Svájc
CHL	Chile
CHN	Kína
CIV	Elefántcsontpart
CMR	Kamerun
COD	Kongói Demokratikus Köztársaság
COG	Kongói Köztársaság
COL	Kolumbia
CPV	Zöld-foki Köztársaság
CRI	Costa Rica
CUB	Kuba
CYM	Kajmán-szigetek

Országkód	Ország
DJI	Dzsibuti
DNK	Dánia
DOM	Dominikai Köztársaság
DZA	Algéria
ECU	Ecuador
EGY	Egyiptom
ERI	Eritrea
ESP	Spanyolország
EST	Észtország
ETH	Etiópia
FIN	Finnország
FJI	Fidzsi
FRA	Franciaország
GAB	Gabon
GBR	Egyesült Királyság
GEO	Grúzia
GHA	Ghána
GIN	Guinea
GMB	Gambia
GRC	Görögország
GRL	Grönland
GTM	Guatemala
GUY	Guyana
HKG	Hong-Kong
HND	Honduras
HRV	Horvátország
HTI	Haiti
HUN	Magyarország
IDN	Indonézia
IND	India
IRL	Írország
IRN	Irán
IRQ	Irak
ISL	Izland
ISR	Izrael
ITA	Olaszország
JAM	Jamaica
JOR	Jordánia
JPN	Japán
KAZ	Kazahsztán
KEN	Kenya
KGZ	Kirgizisztán
KHM	Kambodzsa
KOR	Dél-Korea
KWT	Kuvait

Országkód	Ország
CYP	Ciprus
CZE	Csehország
DEU	Németország
LBY	Líbia
LIE	Liechtenstein
LKA	Srí Lanka
LSO	Lesotho
LTU	Litvánia
LUX	Luxemburg
LVA	Lettország
MAC	Makaó
MAR	Marokkó
MCO	Monaco
MDA	Moldova
MDG	Madagaszkár
MDV	Maldív-szigetek
MEX	Mexikó
MKD	Észak-Macedónia
MLI	Mali
MLT	Málta
MMR	Mianmar
MNE	Montenegró
MNG	Mongólia
MOZ	Mozambik
MRT	Mauritánia
MUS	Mauritius
MWI	Malawi
MYS	Malajzia
NAM	Namíbia
NCL	Új-Kaledónia
NER	Niger
NGA	Nigéria
NIC	Nicaragua
NLD	Hollandia
NOR	Norvégia
NPL	Nepál
NZL	Új-Zéland
OMN	Omán
PAK	Pakisztán
PAN	Panama
PER	Peru
PHL	Fülöp-szigetek
PNG	Pápua Új-Guinea
POL	Lengyelország
PRK	Észak-Korea

Országkód	Ország
LAO	Laosz
LBN	Libanon
LBR	Libéria
ROU	Románia
ROW	A világ többi országa
RUS	Oroszország
RWA	Ruanda
SAU	Szaúd-Arábia
SDS	Dél-Szudán
SEN	Szenegál
SGP	Szingapúr
SLE	Sierra Leone
SLV	Salvador
SMR	San Marino
SOM	Szomália
SRB	Szerbia
STP	São Tomé és Príncipe
SUD	Szudán
SUR	Suriname
SVK	Szlovákia
SVN	Szlovénia
SWE	Svédország
SWZ	Szváziföld
SYC	Seychelle-szigetek
SYR	Szíria
TCD	Csád
TGO	Togo
THA	Thaiföld
TJK	Tádzsikisztán
TKM	Türkmenisztán
TTO	Trinidad és Tobago
TUN	Tunézia
TUR	Törökország
TWN	Taiwan
TZA	Tanzánia
UGA	Uganda
UKR	Ukrajna
URY	Uruguay
USA	USA
USR	Szovejunió
UZB	Üzbegisztán
VEN	Venezuela
VGB	Brit Virgin-szigetek
VNM	Vietnám
VUT	Vanuatu

Országkód	Ország
PRT	Portugália
PRY	Paraguay
PSE	Gáza-övezet
PYF	Francia Polinézia
QAT	Katar

Országkód	Ország
WSM	Szamoa
YEM	Jemen
ZAF	Dél-afrikai Köztársaság
ZMB	Zambia
ZWE	Zimbabwe

II. Melléklet

T=		Iparág	Régió R			Régió S		Régió T		Régió U		
			1	2	3	1	2	1	2	1	2	3
	Régió R	1	150	500	50	25	75	0	0	40	80	50
		2	200	100	400	200	100	0	0	60	30	90
		3	300	500	50	60	40	0	0	70	65	75
	Régió S	1	75	100	60	200	250	300	320	90	100	180
		2	50	25	25	150	100	350	390	90	85	155
	Régió T	1	0	0	0	60	100	350	200	75	55	60
		2	0	0	0	150	200	400	550	60	75	95
	Régió U	1	60	100	50	100	70	200	150	400	300	330
		2	40	60	90	60	100	100	160	250	220	200
		3	60	80	50	75	50	150	90	350	280	390
Termelőfelhasználás		935	1465	775	1080	1085	1850	1860	1485	1290	1625	
VA		225	775	415	655	835	600	440	600	400	650	

A=	RR				SR			TR			UR		
	0,13	0,22	0,04		0,01	0,04		0,00	0,00		0,02	0,05	0,02
	0,17	0,04	0,34		0,12	0,05		0,00	0,00		0,03	0,02	0,04
	0,26	0,22	0,04		0,03	0,02		0,00	0,00		0,03	0,04	0,03
	RS				SS			TS			US		
	0,06	0,04	0,05		0,12	0,13		0,12	0,14		0,04	0,06	0,08
	0,04	0,01	0,02		0,09	0,05		0,14	0,17		0,04	0,05	0,07
	RT				ST			TT			UT		
	0,00	0,00	0,00		0,03	0,05		0,14	0,09		0,04	0,03	0,03
	0,00	0,00	0,00		0,09	0,10		0,16	0,24		0,03	0,04	0,04
	RU				SU			TU			UU		
	0,05	0,04	0,04		0,06	0,04		0,08	0,07		0,19	0,18	0,15
	0,03	0,03	0,08		0,03	0,05		0,04	0,07		0,12	0,13	0,09
	0,05	0,04	0,04		0,04	0,03		0,06	0,04		0,17	0,17	0,17
VA	0,19	0,35	0,35		0,38	0,43		0,24	0,19		0,29	0,24	0,29

L=			R	R	R	S	S	T	T	U	U	U
			1	2	3	1	2	1	2	1	2	3
	R	1	1,33	0,39	0,23	0,13	0,13	0,09	0,10	0,13	0,17	0,13
	R	2	0,48	1,32	0,54	0,27	0,19	0,14	0,15	0,19	0,20	0,20
	R	3	0,51	0,44	1,26	0,17	0,14	0,11	0,11	0,17	0,19	0,17
	S	1	0,25	0,20	0,20	1,29	0,30	0,36	0,40	0,23	0,26	0,27
	S	2	0,17	0,12	0,12	0,22	1,19	0,35	0,39	0,20	0,22	0,22
	T	1	0,06	0,04	0,05	0,11	0,13	1,27	0,22	0,13	0,13	0,11
	T	2	0,10	0,08	0,08	0,23	0,25	0,40	1,50	0,18	0,21	0,19
	U	1	0,27	0,22	0,23	0,24	0,21	0,32	0,31	1,46	0,46	0,40
	U	2	0,20	0,17	0,21	0,17	0,18	0,22	0,26	0,31	1,33	0,27
	U	3	0,25	0,20	0,21	0,20	0,18	0,27	0,25	0,42	0,43	1,41

Régió R	Export	S	U	
	1	100	170	
	2	300	180	
	3	100	210	
Régió S	Export	R	T	U
	1	235	620	370
	2	100	740	330
Régió T	Export	S	U	
	1	160	190	
	2	350	230	
Régió U	Export	R	S	T
	1	210	170	350
	2	190	160	260
	3	190	125	240

	S közvetlen és közvetett exportja R-be					
<VA>	0,38	0,00	L	1,29	0,30	
	0,00	0,43		0,22	1,19	
<VA>L	0,49	0,11	E	235		
	0,10	0,52		100		
DVA_e	125,57					
	74,53					

	T exportja (közvetett és közvetlen) R-be S-en keresztül					
<VA>	0,245	0	L	0,1	0,13	
	0	0,2		0,2	0,25	
<VA>L	0,027	0	E	235		
	0,044	0		100		
DVA_e	9,628					
	15,22					

	U exportja (közvetett és közvetlen) R-be S-en keresztül					
<VA>	0,29	0,00	0,00	L	0,24	0,21
	0,00	0,24	0,00		0,17	0,18
	0,00	0,00	0,29		0,20	0,18
<VA>L	0,07	0,06		E	235	
	0,04	0,04			100	
	0,06	0,05				
DVA_e	21,99					
	13,68					
	18,69					

	R reimportja S-en keresztül					
<VA>	0,19	0,00	0,00	L	0,13	0,13
	0,00	0,35	0,00		0,27	0,19
	0,00	0,00	0,35		0,17	0,14
<VA>L	0,02	0,03		E	235	
	0,09	0,07			100	
	0,06	0,05				
DVA_e	8,41					
	28,49					
	18,79					

	S exportja (közvetett és közvetlen) R-be U-n keresztül							
<VA>	0,38	0,00			L	0,23	0,26	0,27
	0,00	0,43				0,20	0,22	0,22
<VA>L	0,09	0,10	0,10		E	210		
	0,09	0,09	0,10			190		
						190		
DVA_e	56,85							
	54,19							

T exportja (közvetett és közvetlen) R-be U-n keresztül								
<VA>	0,24	0			L	0,13	0,13	0,11
	0	0,19				0,18	0,21	0,19
<VA>L	0,03	0,03	0,03		E	210		
	0,03	0,04	0,04			190		
						190		
DVA_e	17,69							
	21,59							

	U közvetlen és közvetett exportja R-be							
<VA>	0,29	0,00	0,00		L	1,46	0,46	0,40
	0,00	0,24	0,00			0,31	1,33	0,27
	0,00	0,00	0,29			0,42	0,43	1,41
<VA>L	0,42	0,13	0,11		E	210		
	0,07	0,32	0,06			190		
	0,12	0,12	0,40			190		
DVA_e	135,01							
	87,34							
	124,60							

R reimportja U-n keresztül								
<VA>	0,19	0,00	0,00		L	0,13	0,17	0,13
	0,00	0,35	0,00			0,19	0,20	0,20
	0,00	0,00	0,35			0,17	0,19	0,17
<VA>L	0,02	0,03	0,03		E	210		
	0,07	0,07	0,07			190		
	0,06	0,07	0,06			190		
DVA_e	16,33							
	40,08							
	36,32							

Forrás: saját szerkesztés

III. Melléklet

A magyar gazdaság szimmetrikus ÁKM-táblájának peremadatai, 2015 (2018-as módszertan szerint) (milliárd forint)

		Kkv			Nagyvállalat			Belföldi végső felhasználás	Export	Kibocsátás/felhasználás
		Folyó termelőfelhasználás								
		Mezőgazdaság	Ipar	Szolgáltatások	Mezőgazdaság	Ipar	Szolgáltatások			
kkv	Mezőgazdaság	?	?	?	?	?	?	473,8	271,9	2 393,8
	Ipar	?	?	?	?	?	?	749,5	2 932,2	7 087,6
	Szolgáltatások	?	?	?	?	?	?	11 462,6	2 208,2	20 444,5
Nagyvállalat	Mezőgazdaság	?	?	?	?	?	?	115,0	426,5	581,0
	Ipar	?	?	?	?	?	?	2 432,6	17 720,5	23 004,0
	Szolgáltatások	?	?	?	?	?	?	8 430,4	3 028,7	15 036,3
Import		388,4	3231,4	2 837,6	24,45	11 675,3	1 889,9			
Hozzáadott érték		1 010,6	2187,0	9 631,8	275,7	4 910,2	10 008,7			
Kibocsátás		2 393,8	7087,6	20 444,5	581,0	23 004,0	15 036,3			

Megjegyzések:

Mezőgazdaság: A ágazat

Ipar: B+C+D+E+F ágazatok

Szolgáltatások: G-től S-ig terjedő ágazatok

A vállalati méret és ágazat szerinti kibocsátás becslése: $x_{i,j} = \frac{\pi_{i,j}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \pi_{i,j}} \times output_{GDP}$, ahol π az árbevétel, i az ágazat, j a vállalati méretkategória, az $output_{GDP}$ pedig a GDP szerinti

kibocsátás.

A hozzáadott érték méret és ágazat szerinti becslése: $VA_{i,j} = \frac{VA_{i,j}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k VA_{i,j}} \times VA_{GDP}$, ahol VA =Kibocsátás–Termelőfelhasználás,⁹⁹ VA_{GDP} pedig a GDP szerinti hozzáadott érték.

A belföldi felhasználás méret és ágazat szerinti becslése: $x_{i,j} = \frac{\pi_{i,j}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^k \pi_{i,j}} \times F_{GDP}$, ahol F_{GDP} a GDP szerinti belföldi felhasználás.

Forrás: KSH- és vállalati adatok alapján saját számítások (a peremadatok összege az országos összeggel).

⁹⁹ Lásd bővebben *Máténé és Ritzlné* (2020) leírását.

A becsült dezaggreált szimmetrikus ÁKM értékei vállalati méret szerint 2015-ben (milliárd forint)

		Kkv			Nagyvállalat				Eltérés ¹⁰⁰	Belföldi végső felhasználás	Export	Kibocsátás	Eltérés
		Mezőgazdaság	Ipar	Szolgáltatások	Mezőgazdaság	Ipar	Szolgáltatások	Folyó termelőfelhasználás					
Kkv	Mezőgazdaság	413,2	192,2	145,8	124,1	718,8	63,1	1 657,1	1,7%	473,8	271,9	2 402,9	0,4%
	Ipar	144,3	395,0	846,3	43,2	1 615,1	360,2	3 404,1	3,0%	749,5	2 932,2	7 085,9	0,0%
	Szolgáltatások	146,2	346,7	3 504,4	44,3	1 342,0	1 452,9	6 836,5	2,4%	11 462,6	2 208,2	20 507,3	0,3%
Nagyvállalat	Mezőgazdaság	15,0	7,2	5,8	3,5	26,0	1,8	59,3		115,0	426,5	600,8	3,3%
	Ipar	151,4	414,3	859,2	35,9	1 285,2	296,9	3 043,0		2 432,6	17 720,5	23 196,1	0,8%
	Szolgáltatások	90,2	216,2	2 056,9	21,6	675,9	711,3	3 772,0		8 430,4	3 028,7	15 231,0	1,3%
Import	RoW	388,4	3 231,5	2 837,7	24,5	11 675,3	1 889,9						
Hozzáadott érték		1 010,6	2 187,0	9 631,8	275,7	4 910,2	10 008,7						
Kibocsátás		2 359,2	6 990,0	19 887,8	572,7	22 248,5	14 784,9						
Eltérés		1,5%	1,4%	2,8%	1,4%	3,4%	1,7%						

Forrás: KSH-adatok alapján saját számítások.

¹⁰⁰ Aggregált adatok alapján (kkv+nagyvállalat) mért eltérés.

Forráskódok R-ben

R1 Barabási-Albert-féle véletlen hálózatok generálása

```
require(igraph)

g<-barabasi.game(10, m=2, directed=FALSE) # 10 csúcs generálása
plot(g, vertex.size=10, vertex.label=NA, layout=layout.circle) # hálózat
rajzolása

g<-barabasi.game(100, m=2, directed=FALSE) # 100 csúcs generálása
plot(g, vertex.size=10, vertex.label=NA, layout=layout.circle) # hálózat
rajzolása

g<-barabasi.game(200, m=2, directed=FALSE) # 100 csúcs generálása
plot(g, vertex.size=10, vertex.label=NA, layout=layout.circle) # hálózat
rajzolása
```

R2 Generált idősort látható gráfja (n=10)

```
set.seed(1000)
require(statcomp)
require(igraph)

x<-(arima.sim(model=list(ar = 0.3), n = 10)) # idősor generálása
x<-x+abs(min(x)) # idősor pozitív tartományba való eltolás
plot(x, main="Generált idősor (n=10)", xlab="t", ylab="x", type="b") #idősor
megjelenítése
axis(side = 1, c(1:10)) # x-tengely feliratok korrekciója
g<-HVG(x, meth = "HVG", maxL = 10^9, rho = NA) # VG számítások elvégzése

plot(graph.adjacency(g$A, mode="undirected"), layout=layout.grid) # gráf
megjelenítése
plot(graph.adjacency(g$A, mode="undirected"), layout=layout.reingold.tilford)
# gráf megjelenítése
```

R3 Generált idősort látható gráfja (n=100)

```
set.seed(1000)
require(statcomp)
require(igraph)

x<-(arima.sim(model=list(ar = 0.3), n = 100)) # idősor generálása
x<-x+abs(min(x)) # idősor pozitív tartományba való eltolás
plot(x, main="Generált idősor (n=100)", xlab="t", ylab="x", type="b") #idősor
megjelenítése
g<-HVG(x, meth = "HVG", maxL = 10^9, rho = NA) # VG számítások elvégzése

plot(graph.adjacency(g$A, mode="undirected"), layout=layout.grid) # gráf
megjelenítése
plot(graph.adjacency(g$A, mode="undirected"), layout=layout.reingold.tilford)
# gráf megjelenítése
```


R4 Három generált idősor képe, HVG hőértképe és gráfja (n=3x10)

```
set.seed(1000)
require(statcomp)
require(igraph)

x<-arima.sim(model=list(ar=0.3), n=12) # idősor generálása
x1<-ts(window(x,1, 10)+abs(min(x))) # pozitív tartományba tolás

# idősor eltolása tetszőleges értékkel
x2<-ts(window(x+abs(min(x)), 2, 11)) #+abs(rnorm(1)))
x3<-ts(window(x+abs(min(x)), 3, 12)) #+abs(rnorm(1)))

# idősorok ábrázolása
par(mfrow=c(3,1))
plot(x1, main="X1")
plot(x2, main="X2")
plot(x3, main="X3")
dev.off()

# HVG számítása
hvg<-HVG(cbind(x1,x2,x3), meth = "HVG", maxL = 10^9, rho = NA)
g<-graph.adjacency(hvg$A, mode = "undirected") # gráf objektum készítése

# hőértkép
heatmap(h, sym=T, Colv = NA, Rowv = NA, scale = "none", revC = TRUE,
col=c("lightblue", "orangered"))

# gráf színezése, címkézése
V(g)[1:10]$color<-"red"
V(g)[11:20]$color<-"green"
V(g)[21:30]$color<-"blue"
V(g)$name<-c(seq(1:10), seq(1:10), seq(1:10))

plot(g, layout=layout.reingold.tilford) # gráf rajzolása

# idősorok egy ábrán jelmagyarázattal
ts.plot(cbind(x1,x2,x3), gpars = list(col=c("red", "green", "blue")), lwd=3)
legend(4,1, legend=c("x1", "x2", "x3"), fill=c("red", "green", "blue"),
lwd=3)
```

R5 Generált idősorok módosított gráfja

```
require(igraph)
# szomszédsági mátrix
x<-matrix(c(0,1,0,0,0,1,0,0,0), nrow=3, ncol=3, byrow = TRUE)
g_pr<-graph.adjacency(x) # igraph objektum létrehozása

# gráf színezése, rajzolása
V(g_pr)[1]$color<-"red"
V(g_pr)[2]$color<-"green"
V(g_pr)[3]$color<-"blue"
plot(g_pr)

page.rank(graph.adjacency(x)) # PageRank centralitási értékek
```

R6 Aggregált termékcsoportok hőértéke

```
require(ggplot)
# adatok átalakítása
heat_prod<-comex %>% group_by(product, year, month) %>%
summarise(value=sum(value))
heat_prod<-unstack(form=value~product, x=as.data.frame(heat_prod)) %>% cor()
%>% melt()

# hőérték készítése
ggplot(data = heat_prod, aes(x=Var1, y=Var2, fill=value)) +
geom_tile(color="black") +
  scale_fill_gradient2(low = "blue", high = "red", mid="white", midpoint=0,
limit=c(-1,1),
                        space = "Lab") + theme_minimal() + coord_fixed() +
  theme(axis.text.x = element_text(angle = 90))+
  labs(x="Termékek", y="Termékek")
```

R7 Keresztkorrelációk

```
require(ggplot)
comb<-combn(18,2) # kombinációk segédmátrix
cross<-comex %>% group_by(product, year, month) %>%
summarise(value=sum(value)) # aggregálás
cross<-unstack(form=value~product, x=as.data.frame(cross)) # unpivot
cross_m<-matrix(nrow=73, ncol = ncol(comb)) # betároló mátrix
cross_m_names<-c() # neveket tároló vektor

for (i in 1:ncol(comb)) { # keresztkorrelációk számítása
  cross_m[,i]<-ccf(as.numeric(ts(cross[comb[1,i]])),
as.numeric(ts(cross[comb[2,i]])),
lag.max=36, plot=FALSE)$acf
  cross_m_names[i]<-
paste(colnames(cross)[comb[1,i]], "_", colnames(cross)[comb[2,i]],
      sep="")
}
colnames(cross_m)<-cross_m_names # oszlopok elnevezése
cross_m<-as.data.frame(cross_m)
cross_m2<-cbind(melt(cross_m), rep(c(-36:36),153)) # lag információk
létrehozása
colnames(cross_m2)[3]<-"lag"

# ábra
ggplot(cross_m2, aes(x=value, y=variable)) + geom_point(aes(color=lag),
alpha=0.5) +
  theme(axis.text.y = element_blank()) + labs(x="Keresztkorrláció",
y="Változók") +
  geom_vline(aes(xintercept=0)) + scale_y_discrete(breaks=NULL) +
  scale_color_gradient2(low = "blue", high = "red", mid="green")
```

R8 Keresztkorrelációk kibontása a 784.21-es termékkódra

```
require(tidyr)
rownames(cross_m)<-as.character(c(-36:36))
cbind(sapply(c(1:153), function(x)
cbind(which(abs(cross_m[,x])==max(abs(cross_m[,x])))-37,

cross_m[which(abs(cross_m[,x])==max(abs(cross_m[,x]))),x])) %>%
  t(), colnames(cross_m))>cross_results

cross_results[which(grepl("X78421", cross_results[,3])=="TRUE"),] # alvázak
```

R9 Idősorok spektrálanalízise

```
cross_ts<-ts(cross, start = c(2004,1), frequency = 12) # idősorok kibontása
s<-stats::spectrum(diff(cross_ts)) # idősorok spektrálanalízise

# eredmények ábrázolása
plot(s, main="", xlab="Frekvencia (év)", ylab="Spektrális sűrűség")
points(x=s$freq, y=apply(s$spec, 1, mean), type = "p", pch=19, cex=1)
points(x=s$freq, y=apply(s$spec, 1, median), type = "p", pch=19, cex=1,
col="red")
legend(x="topleft", legend = c("Átlag", "Medián"), pch=19, col = c("black",
"red"))
```

R10 Az azonos frekvenciatartományba tartozó fáziseltolások sűrűsége

```
ph<-matrix(nrow=ncol(comb), ncol=6) # tároló mátrix létrehozása

for (i in 1:ncol(comb)) {
  c<-which((s$spec[,comb[1,i]]+s$spec[,comb[2,i]])==
          max(s$spec[,comb[1,i]]+s$spec[,comb[2,i]])) # legmagasabb
spektrális sűrűségű közös frekvenciatartomány keresése
  ph[i,1]<-s$freq[c]
  ph[i,2]<-stats::spectrum(ts(cbind(cross[,comb[1,i]],
cross[,comb[2,i]])))$phase[c] # tartományhoz tartozó fáziseltolás megkeresése
  ph[i,3]<-prods[comb[1,i]] # termékcsoporthoz tartozó nevek párosítása
  ph[i,4]<-prods[comb[2,i]]
  ph[i,5]<-comb[1,i] # sorrend a kombinációban
  ph[i,6]<-comb[2,i]
}

colnames(ph)<-c("Length", "Shift", "prod1", "prod2", "c1", "c2")
ph<-as.data.frame(ph)
ph$Shift_month<-ph$Shift*12 # éves fáziseltolások havi szintre konvertálása

plot(density(ph$Shift_month), main="", xlab="Késleltetés hossza (hónap)",
      ylab="Sűrűség") # ábra
```

R11 A 784.21-es csoport alkatrészekkel vett fáziseltolásai (táblázat)

```
vaz<-matrix(nrow = nrow(s$phase), ncol=18) # tárolómátrix létrehozása
colnames(vaz)<-gsub("X", replacement = "", colnames(cross)) # oszlopnevek
korrekciója

for (i in c(1:ncol(cross))) { # páros fáziseltolások számítása
  i<-i
  x<-stats::spectrum(diff(ts(cbind(cross[,i], cross[,10])),
                             start=c(2004,1), frequency=12))
  vaz[,i]<-x$phase
}

vaz<-melt(vaz[54,]) # 0.25-ös frekvenciatartomány kiválasztása
vaz
```

R12 A 784.21-es csoport alkatrészekkel vett fáziseltolásai (boxplot)

```
x<-subset(ph, prod1=="78421" | prod2=="78421") # szűkítés
c<-rownames(subset(ph, prod1=="78421" | prod2=="78421")) %>% as.numeric # áru
kiválasztása
vaz<-matrix(nrow = nrow(s$phase), ncol=length(c)) # tárolómátrix létrehozása
vaz_n<-c() # tárolóvektor neveknek

for (i in 1:length(c)) { # kiválasztott fáziseltolások szűrése
  vaz[,i]<-s$phase[,i]
}

for (i in 1:length(c)) { # oszlopnevek gyűjtése
  if (x[i,3]!="78421") {
    vaz_n[i]<-x[i,3]
  } else {
    vaz_n[i]<-x[i,4]
    vaz[,i]<-vaz[,i]*-1 } # x-beli sorrend kiigazítása
}

colnames(vaz)<-vaz_n # oszlopnevek csatolása
vaz<-melt(vaz)
vaz$value<-vaz$value*12 # évek konvertálása hónapokká

# ábra
ggplot(vaz, aes(x=as.factor(Var2), y=value)) + geom_boxplot() +
  labs(x="Termék", y="Fáziseltolás (hónap)") +
  theme(axis.title=element_text(size = 14), axis.text =
element_text(size=12)) +
  geom_hline(aes(yintercept=0), linetype="dashed", color="red")
```

R13 Többdimenziós idősorok HVG gráfja

```
# szekvencia többdimenziós idősor mátrixból
network_sequence<-function(series) {
  require(statcomp)
  series<-apply(series, 2, scale)
  series<-series+min(series)
  g_network<-HVG(ts(series))$A # szomszédsági mátrix az input adatokból
  g_network[upper.tri(g_network)]<-0 # alsó háromszög mátrix
  g_network<-g_network # HVG eredmény szomszédsági mátrix
  vg<-seq(1, c(nrow(series)*ncol(series)), nrow(series)) # idősor kezdő
  időpontok
  dom<-cbind(vg, c(vg+nrow(series)-1), colnames(series)) %>% as.data.frame #
  idősor tartományok
  dom$vg<-as.numeric(dom$vg)
  dom$V2<-as.numeric(dom$V2)
  colnames(dom)<-c("start", "end", "name")

  # tárolómátrix létrehozása
  g_seq<-matrix(nrow = ncol(series), ncol = ncol(series), data=0)
  rownames(g_seq)<-colnames(series)
  colnames(g_seq)<-colnames(series)

  # Szekvenciák keresése
  for (i in 1:length(vg)) {
    #i<-i
    m<-g_network[vg[i]:c(vg[i]+nrow(series)-1),
1:c(nrow(series)*ncol(series))] # blokkmátrix
    m[,vg[i]:(vg[i]+nrow(series)-1)]<-0 # saját kapcsolatok törlése
    d<-which(as.matrix(m)!=0, arr.ind = TRUE) %>% as.data.frame()
    if (nrow(d)==0) { # ha nincs kapcsolat egyetlen partnerrel sem
      i<-i+1
      if (i>length(vg)) { break}
      m<-g_network[vg[i]:c(nrow(series)-1), 1:c(nrow(series)*ncol(series))] #
blokkmátrix
      m[,vg[i]:(vg[i]+nrow(series)-1)]<-0 # saját kapcsolatok törlése
      d<-which(as.matrix(m)!=0, arr.ind = TRUE) %>% as.data.frame()
    }
    # a helyes index a partner idősorában
    d$col_adj<-sapply(c(1:nrow(d)), function(x) rep(1:nrow(series),
length(vg))[d$col[x]])
    d$base<-rep(i, nrow(d)) # bázis idősor

    x<-c()
    for (k in 1:nrow(d)) { # partner hozzárendelése
      #k<-k
      x[k]<-which(abs(dom$end-d$col[k])==min(abs(dom$end-d$col[k])))
    }
    d$partner<-x
    rm(x)
    d$diff<-d$row-d$col_adj # differenciák számítása

    x<-rownames(as.matrix(table(d$partner))) %>% as.numeric() # hány partner
van, és kik ők
    for (k in 1:length(x)) {
      m<-subset(d, d$partner==x[k])
      if (mean(m$diff)<0) {
        g_seq[mean(m$base), mean(m$partner)]<-c(-1)
      }
      else {
        g_seq[mean(m$base), mean(m$partner)]<-1 }
    }
  }
}
```

```

    }
  }
  g_network2<-g_seq
  g_network2[g_network2!=0]<-1
  g_network2<-g_network2 # csoportok szerinti szomszédsági mátrix
  sort(page.rank(graph.adjacency(g_network2))$vector)
}

# ábra

network_sequence(cross) #

g<-graph.adjacency(g_network, mode = "undirected")
x<-c()
for (i in 1:ncol(cross)) {
  c<-colors()[runif(1, 1, 657)]
  while (grepl("gray", c) | grepl("grey", c)) {
    c<-colors()[runif(1, 1, 657)]
  }
  x[i]<-c
}

for (i in 1:ncol(cross)) {
  V(g)$color[vg[i]:(vg[i]+201)]<-x[i]
}
x1<-which(degree(g)==max(degree(g)))
plot(g, layout=layout_as_tree(g, root = x1), vertex.label=NA, vertex.size=5,
margin=-0.35,
  vertex.color=adjustcolor(V(g)$color, alpha.f = 0.4))
legend("bottomright", legend = colnames(cross), fill = x, title = "Termékek")

```

R14a A módosított termék szerinti HVG ábra

```

network_sequence(cross)

g<-graph.adjacency(g_network2, mode = "undirected")
x<-c()
for (i in 1:ncol(cross)) {
  c<-colors()[runif(1, 1, 657)]
  while (grepl("gray", c) | grepl("grey", c)) {
    c<-colors()[runif(1, 1, 657)]
  }
  x[i]<-c
}

V(g)$color<-x

x1<-which(degree(g)==max(degree(g)))
plot(g, layout=layout_as_tree(g, root = x1), margin=-0.35,
vertex.label.color="blue",
  vertex.label.cex=0.8, vertex.label.dist=2,
  vertex.color=adjustcolor(V(g)$color, alpha.f = 1))

```

R14b Regionális járműipari import országok és termékek szerint

```
v5_prods<-sapply(c(1:90), function(x) cbind(get(var_names[x]))) #  
termék_ország mátrix létrehozása  
colnames(v5_prods)<-var_names  
  
network_sequence(v5_prods) # szekvenciák keresése  
g<-graph.adjacency(g_network2, mode = "undirected") # gráf kialakítása  
x<-c("red", "green", "blue", "orange", "purple") # színek meghatározása  
  
x1<-seq(1,90,18) # színezés  
for (i in 1:length(x1)){  
  V(g)$color[x1[i]:(x1[i]+17)]<-x[i]  
}  
  
# ábra  
x1<-which(degree(g)==max(degree(g))) # azok a csúcsok legyen a gyökérben,  
amelyeknek a fokszáma a legnagyobb  
plot(g, layout=layout_as_tree(g, root = x1), margin=-0.35, vertex.size=5,  
vertex.label.cex=0.1,  
      vertex.color=adjustcolor(V(g)$color, alpha.f = 1))  
legend("bottomright", legend = c("CZ", "HU", "PL", "RO", "SK"), fill = x,  
title = "Ország")
```

R15 A regionális járműipari import országok és termékek szerinti HVG hálózatának PageRank pontszáma (ábra)

```
v5_prod_pr<-sapply(c(1:5), function(x) which(grepl(countries[x],  
  
sort(page.rank(graph.adjacency(g_network2))$vector)  
      %>% names)==TRUE))  
colnames(v5_prod_pr)<-countries  
  
melt(v5_prod_pr) %>%  
  ggplot(aes(x=value, y=(as.numeric(sapply(c(1:5), function(x) rep(x, 18)))),  
            color=Var2)) +  
  geom_point(size=12) +  
  scale_color_manual(values=c("red", "green", "blue", "orange", "purple")) +  
  xlab("PageRank pontszám") + ylab("") + labs(color="Országok") +  
  theme(axis.text = element_text(size=14), axis.title =  
element_text(size=16),  
        legend.text = element_text(size=12), legend.title =  
element_text(size=14),  
        axis.text.y = element_blank())
```

R16 Az ország szinten aggregált gépjárműipari import HVG gráfja

```
# input mátrix előállítása
v5<-comex %>% filter(flow=="import") %>% group_by(year, month, reporter) %>%
  summarise(value=sum(value)) %>% spread(reporter, value)
v5<-v5[, -(1:2)]
v5<-ts(as.data.frame(v5), start = c(2004,1), frequency = 12)

network_sequence(v5) # HVG gráf kibontása
g<-graph.adjacency(g_network2, mode = "undirected") # gráf objektum felvétele

x<-c("red", "green", "blue", "orange", "purple") # színek
V(g)$color<-x

x1<-which(degree(g)==max(degree(g)))
plot(g, margin=-0.35, vertex.label.color="blue",
     vertex.label.cex=1, vertex.label.dist=2,
     vertex.color=adjustcolor(V(g)$color, alpha.f = 1))

sort(page.rank(graph.adjacency(g_network2))$vector) # PageRank pontszám
```

R17 Hozzáadott értékek tranzakciók hőtérképe

```
# adatok szerkezetének átalakítása
dva_int_plot<-dva_int[, -c(1:2)]
dva_int_plot[is.na(dva_int_plot)]<-0
dva_int_plot<-apply(dva_int_plot, 2, as.numeric)
dva_int_plot<-as.data.frame(dva_int_plot)
dva_int_plot$V1<-as.factor(dva_int[,1])
dva_int_plot<-dva_int_plot[-which(dva_int[,1]=="ROW"),]
dva_int_plot<-dva_int_plot %>% group_by(V1) %>% summarise_each(funs(sum))
dva_int_plot$V1<-NULL
dva_int_plot<-as.data.frame(dva_int_plot)
rownames(dva_int_plot)<-colnames(dva_int_plot)

# oszlopok szerint sorba rendezés (beszállítás alapján)
dva_int_plot<-as.data.frame(t(dva_int_plot))
dva_int_plot$sum<-colSums(dva_int_plot)
dva_int_plot<-dva_int_plot[order(dva_int_plot$sum),]
dva_int_plot$sum<-NULL
dva_int_plot<-as.data.frame(t(dva_int_plot))

# ábra
dva_int_plot[dva_int_plot==0]<-1

heatmap(log(as.matrix(dva_int_plot)), Colv = NA, Rowv = NA, scale = "none",
        col=topo.colors(5), revC=TRUE)
legend(x="topright", legend=c("min", "Q1", "medián", "Q2", "max"),
       fill=topo.colors(5))
```


R18 Modularitás szegmentáció

```
# adatok szerkezetének átalakítása
g<-dva_int[, -c(1:2)]
g[is.na(g)]<-0
g<-apply(g, 2, as.numeric)
g<-as.data.frame(g)
g$V1<-as.factor(dva_int[,1])
g<-g[-which(dva_int[,1]=="ROW"),]

g<-g %>% group_by(V1) %>% summarise_each(funs(sum))
g$V1<-NULL
g<-as.data.frame(g)
rownames(g)<-colnames(g)

# gráf objektummá alakítás és klaszterezés
g_hc<-graph.adjacency(as.matrix(g), weighted = TRUE, mode="undirected",
diag=FALSE)
kg<-fastgreedy.community(g_hc)
```

R19 A hierarchikus klaszterek gráfai

```
g<-dva_int[, -c(1:2)]
g[is.na(g)]<-0
g<-apply(g, 2, as.numeric)
g<-as.data.frame(g)
g$V1<-as.factor(dva_int[,1])
g<-g[-which(dva_int[,1]=="ROW"),]

g<-g %>% group_by(V1) %>% summarise_each(funs(sum))
g$V1<-NULL
g<-as.data.frame(g)
rownames(g)<-colnames(g)

g_hc<-graph.adjacency(as.matrix(g), weighted = TRUE, mode="undirected",
diag=FALSE)
kg<-fastgreedy.community(g_hc)

x<-cbind(melt(g), rep(rownames(g), nrow(g)))
colnames(x)<-c("reporter", "value", "partner")
y<-as.data.frame(as.matrix(membership(kg)))
y$country<-rownames(y)
y<-as.data.frame(cbind(y$country, y$V1))
x<-merge(x, y, by.x = "reporter", by.y = "V1")
x<-merge(x, y, by.x = "partner", by.y = "V1")

# 1.klaszter
x1<-subset(x, V2.x==1 & V2.y==1)
x1<-x1[-c(which(x1$partner=="USR" | x1$reporter=="USR")),]
x1<-x1[-c(which(x1$partner==x1$reporter)),]
x1<-x1[-c(which(log(x1$value)<quantile(log(x1$value))[3])),]
g<-graph.edgelist(as.matrix(x1[,1:2]))
g<-set_edge_attr(g, "weight", value=x1$value)
plot(g, edge.arrow.size=0.3, vertex.size=log(strength(g, mode = "all", loops
= FALSE)),
      layout=layout.kamada.kawai, edge.color="gray80", margin=-0.4)
sort(page.rank(g)$vector)
```

```

# 2.klaszter
x2<-subset(x, V2.x==2 & V2.y==2)
x2<-x2[-c(which(x2$partner==x2$reporter)),]
x2<-x2[-c(which(log(x2$value)<quantile(log(x2$value))[3])),]
g<-graph.edgelist(as.matrix(x2[,1:2]))
g<-set_edge_attr(g, "weight", value=x2$value)
plot(g, edge.arrow.size=0.3, vertex.size=log(strength(g, mode = "all", loops
= FALSE)),
      layout=layout.kamada.kawai, edge.color="gray80", margin=-0.4,
      vertex.color="#ed7d31",
      vertex.label.color="black")
sort(page.rank(g)$vector)

# 3.klaszter
x3<-subset(x, V2.x==3 & V2.y==3)
x3<-x3[-c(which(x3$partner==x3$reporter)),]
x3<-x3[-c(which(log(x3$value)<quantile(log(x3$value))[3])),]
g<-graph.edgelist(as.matrix(x3[,1:2]))
g<-set_edge_attr(g, "weight", value=x3$value)
plot(g, edge.arrow.size=0.3, vertex.size=log(strength(g, mode = "all", loops
= FALSE)),
      layout=layout.kamada.kawai, edge.color="gray80", margin=-0.4,
      vertex.color="#548235",
      vertex.label.color="white")
sort(page.rank(g)$vector)

# 4.klaszter
x4<-subset(x, V2.x==4 & V2.y==4)
x4<-x4[-c(which(x4$partner==x4$reporter)),]
x4<-x4[-c(which(log(x4$value)<quantile(log(x4$value))[3])),]
g<-graph.edgelist(as.matrix(x4[,1:2]))
g<-set_edge_attr(g, "weight", value=x4$value)
plot(g, edge.arrow.size=0.3, vertex.size=log(strength(g, mode = "all", loops
= FALSE)),
      layout=layout.kamada.kawai, edge.color="gray80", margin=-0.4,
      vertex.color="#ffc000",
      vertex.label.color="black")
sort(page.rank(g)$vector)

```

R20 Harmadik klaszter PageRank centralitásai

```
sort(page.rank(g)$vector, decreasing = TRUE)[1:20] %>% barplot
```

R21 Hálózatok mélységi és szélességi feltárása

```

function(country, ratio1, simplify=TRUE) {
  require(igraph)
  require(DescTools)

  #Regional direct partners
  c1<-min(which(labels_T$Country2==country))
  c2<-max(which(labels_T$Country2==country))
  country_total<-sum(apply(dva_total2[c1:c2,], 2, sum))

  if (cumsum(sort(apply(dva_total2[c1:c2,], 2, sum), decreasing =
TRUE))[1]/country_total>ratio1) {
    stop("Ratio1 is too low, regional network is highly concentrated. Try
higher ratio1 value.") }

  regional_1_names<-names(which(cumsum(sort(apply(dva_total2[c1:c2,], 2,
sum), decreasing = TRUE))/country_total<ratio1))

```

```

regional_1_names<-append(country, regional_1_names)
regional_1_values<-sort(apply(dva_total2[c1:c2,], 2, sum),
decreasing=TRUE)[1:length(regional_1_names)]

potential_names<-setdiff(country_names, regional_1_names)
potential_names<-potential_names[-which(potential_names=="ROW")]
potential_values<-matrix(nrow=length(potential_names),
ncol=length(regional_1_names), data=0)
rownames(potential_values)<-potential_names
colnames(potential_values)<-regional_1_names

for (i in 1:length(potential_names)) {
  for (k in 1:length(regional_1_names)) {
    c1<-min(which(labels_T$Country2==regional_1_names[k]))
    c2<-max(which(labels_T$Country2==regional_1_names[k]))
    c3<-which(colnames(dva_total2)==potential_names[i])
    potential_values[i,k]<-sum(dva_total2[c1:c2,c3]) }}

potential_values<-potential_values[-
as.numeric(which(apply(potential_values, 1, max)<min(regional_1_values))),]

indirect_names<-names(which(apply(potential_values, 1,
Gini)<=Gini(regional_1_values)))

network_names<-append(regional_1_names, indirect_names) #oszlop:
beszállító, sor: partner
print(regional_1_names)
print(indirect_names)

sub_network<-matrix(nrow=length(network_names),
ncol=length(network_names), data=NA)
colnames(sub_network)<-network_names
rownames(sub_network)<-network_names

for (i in 1:length(network_names)) {
  for (k in 1:length(network_names)) {
    c1<-min(which(labels_T$Country2==network_names[i]))
    c2<-max(which(labels_T$Country2==network_names[i]))
    c3<-which(colnames(dva_total2)==network_names[k])
    sub_network[i,k]<-sum(dva_total2[c1:c2,c3]) }}

cat("Regional coverage: ", sum(regional_1_values)/country_total, "\nGlobal
coverage: ", sum(sub_network[1,])/sum(dva_total2))

if (simplify==TRUE) {
  sub_network[sub_network<min(regional_1_values)]<-0 }

sub_network[upper.tri(sub_network)]<-0

delete<-as.numeric(which(rowSums(sub_network)==0 &
colSums(sub_network)==0))

if (length(delete)>0) {
  sub_network<-sub_network[-delete,-delete] }

g<-graph.adjacency(sub_network, mode="directed", weighted = TRUE)
E(g)$width<-E(g)$weight*5/max(E(g)$weight)
V(g)$size<-(rowSums(sub_network)+colSums(sub_network))
V(g)$size<-V(g)$size*(20/max(V(g)$size))+10
#V(g)$size<-log(rowSums(sub_network)+colSums(sub_network), exp(1))/15
#V(g)$size<-V(g)$size/mean(V(g)$size)

```

```

    plot(g, edge.arrow.size=0.3, layout=layout.auto)
  }
  barplot(page.rank(g)$vector %>% sort(decreasing = TRUE), main="") # PageRank
  értékek ábrázolása

```

R22 Magyarországra beáramló HÉ-k

```

subnetwork("HUN", 0.9, simplify = FALSE)

# Magyarországra áramló BHÉ
g_hun_to<-delete.edges(g, setdiff(seq(1, gsize(g), 1), E(g)[to("HUN")] %>%
as.numeric))
g_hun_to<-delete.vertices(g_hun_to, "BGR")
plot(as.undirected(g_hun_to), layout=layout.auto, margin=-0.4)

```

R23 Magyarország fókuszú mélységi és szélességi feltárás evolúciós dendrogramja

```

# A távolsági mátrix megszerkesztése Excel-ben történt (dendro2.csv)
dendo3<-as.data.frame(dendo2)
for (i in 1:ncol(dendo2)) {
  for (k in 1:ncol(dendo2)) {
    dendo3[i,k]<-dendo3[k,i]
  }
}
dendo3[is.na(dendo3)]<-7

hclust(dist(dendo3), method="complete") %>% plot(main="", xlab="",
                                                  ylab="Magasság (normalizált
hasonlóság)")

```

R24 Mélységi és szélességi feltárás a régióban (egy ország példáján keresztül)

```

# Magyarország gráfja
subnetwork("HUN", ratio1 = 0.9, simplify = TRUE)
g_hun<-g

# Lengyelország
subnetwork("POL", ratio1 = 0.9, simplify = TRUE)
plot(g, margin=-0.3, edge.arrow.size=0.3)
g_pl<-g
x<-setdiff(rownames(as.matrix(V(g_pl))), rownames(as.matrix(V(g_hun))))
y<-page.rank(g_pl)$vector
sapply(c(1:length(x)), function(k) y[which(names(y)==x[k])]) %>% sort %>%
round(digits = 3)

```

R25 Hozzáadott érték export folyamatok feltárása

```
flow<-function(origin_country, destination_country, round=1, industry="all")
{
  library(dplyr)
  # országindexek meghatározása
  c1<-min(which(labels_T$Country2==origin_country))
  c2<-max(which(labels_T$Country2==origin_country))
  c3<-min(which(labels_T$Country2==destination_country))
  c4<-max(which(labels_T$Country2==destination_country))

  # közvetlenül beszállított hozzáadott érték
  if (industry=="all") { # minden iparágra
    export_direct<-T[c1:c2,c3:c4] %>% rowSums
  } else { # csak egy iparágra
    export_direct<-T[c1:c2,c3:c4] %>% rowSums
    z<-which(labels_T$Industry==industry)[1]
    x<-export_direct
    export_direct<-export_direct*0
    export_direct[z]<-x[z]
  }

  dva_direct<-diag(VAsh[c1:c2])%*%B[c1:c2,c1:c2]%*%export_direct

  # közvetve beszállított hozzáadott érték első kör
  dva_indirect_1st<-matrix(nrow=26, ncol=length(country_names)) #26 ágazat,
  összes ország-ROW
  rownames(dva_indirect_1st)<-labels_T$Industry[1:26]
  colnames(dva_indirect_1st)<-country_names

  for (i in 1:length(country_names)) {
    if (i==which(country_names=="ROW")) { # ROW-val nem foglalkozunk
      i<-i+1
    }
    # közvetett partnerország megkeresése
    c5<-min(which(labels_T$Country2==country_names[i]))
    c6<-max(which(labels_T$Country2==country_names[i]))

    if (industry=="all"){
      export_indirect<-T[c5:c6,c3:c4] %>% rowSums
    } else {
      z<-which(labels_T$Industry==industry)[1]
      export_indirect<-T[c5:c6,c3:c4] %>% rowSums
      x<-export_indirect
      export_indirect<-export_indirect*0
      export_indirect[z]<-x[z]
    }

    dva_indirect_1st[,i]<-
    diag(VAsh[c1:c2])%*%B[c1:c2,c5:c6]%*%export_indirect
  }
  dva_indirect_1st<-dva_indirect_1st[, -which(country_names=="ROW")]

  if (round>1) { # ha egynél több körre van szükség
    dva_indirect_list<-list(dva_indirect_1st)
    combi<-combn(189, 2) #kombinációk létrehozása
    combi<-combi[, -which(combi==145, arr.ind = TRUE)][,2]] # ROW kiszűrése
    (ROW=145.elem)

    # origin és destination kiszűrése
```

```

    combi<-combi[, -which(combi==which(country_names==origin_country), arr.ind
= TRUE)[,2]]
    combi<-combi[, -which(combi==which(country_names==destination_country),
        arr.ind = TRUE)[,2]]

    # Korea kiszűrése
    combi<-combi[, -which(combi==which(country_names=="KOR"), arr.ind =
TRUE)[,2]]

    for (i in 1:c(ncol(combi))) {
        # két közbenső partner
        c5<-min(which(labels_T$Country2==country_names[combi[1,i]])) #S
        c6<-max(which(labels_T$Country2==country_names[combi[1,i]]))
        c7<-min(which(labels_T$Country2==country_names[combi[2,i]])) #T
        c8<-max(which(labels_T$Country2==country_names[combi[2,i]]))

        # U-origin, R-destination
        if (industry=="all") { # ha minden iparág szükséges
            export_us<-T[c1:c2,c5:c6] %>% rowSums
            dva_indirect_ust<-diag(VAash[c1:c2])%*%B[c7:c8,c1:c2]%*%export_us
        } else { # ha csak egy iparág szükséges
            export_us<-T[c1:c2,c5:c6] %>% rowSums
            z<-which(labels_T$Industry==industry)[1]
            x<-export_us
            export_us<-export_us*0
            export_us[z]<-x[z]
            dva_indirect_ust<-diag(VAash[c1:c2])%*%B[c7:c8,c1:c2]%*%export_us
        }

        # megnézzük, hogy a VA hogyan aránylik a bruttó exporthoz
        dvax<-dva_indirect_ust/export_us
        dvax[is.infinite(dvax)]<-0
        dvax<-dvax*(T[c7:c8,c5:c6] %>% rowSums)

        # ezzel az aránnyal korrigáljuk a kéz közbenső ország exportját
        dva_indirect_trs<-diag(VAash[c5:c6])%*%B[c5:c6,c7:c8]%*%dvax

        # eredeti, nem korrigált verzió, csak VA-val felszorozva
        # erősebben lokalizált eredményt ad
        #dva_indirect_trs<-
        diag(VAash[c5:c6])%*%B[c5:c6,c7:c8]%*%dva_indirect_ust
        name_path<-
        paste(origin_country,country_names[combi[1,i]],country_names[combi[2,i]],
            destination_country, sep="_")
        dva_indirect_list[[i]]<-dva_indirect_trs
        names(dva_indirect_list)[i]<-name_path
    }
    # Másik irányból is
    combi2<-combi
    combi2[1,]<-combi[2,]
    combi2[2,]<-combi[1,]

    for (i in 1:c(ncol(combi2))) {
        # két közbenső partner
        c5<-min(which(labels_T$Country2==country_names[combi2[1,i]])) #S
        c6<-max(which(labels_T$Country2==country_names[combi2[1,i]]))
        c7<-min(which(labels_T$Country2==country_names[combi2[2,i]])) #T
        c8<-max(which(labels_T$Country2==country_names[combi2[2,i]]))

        # U-origin, R-destination
        if (industry=="all") {
            export_us<-T[c1:c2,c5:c6] %>% rowSums

```

```

    } else {
      export_us<-T[c1:c2,c5:c6] %>% rowSums
      z<-which(labels_T$Industry==industry)[1]
      x<-export_us
      export_us<-export_us*0
      export_us[z]<-x[z]
    }

    dva_indirect_ust<-diag(VAsh[c1:c2])%*%B[c7:c8,c1:c2]%*%export_us
    dvax<-(dva_indirect_ust/export_us)
    dvax[is.infinite(dvax)]<-0
    dvax<-dvax*(T[c7:c8,c5:c6] %>% rowSums)
    dva_indirect_trs<-diag(VAsh[c5:c6])%*%B[c5:c6,c7:c8]%*%dvax

    #dva_indirect_trs<-
    diag(VAsh[c5:c6])%*%B[c5:c6,c7:c8]%*%dva_indirect_ust
    name_path<-
    paste(origin_country,country_names[combi2[1,i]],country_names[combi2[2,i]],
          destination_country, sep="_")
    dva_indirect_list[[i]]<-dva_indirect_trs
    names(dva_indirect_list)[i]<-name_path
  }
}
if (round>1) {
  dva_indirect_list<-dva_indirect_list
}
}

flow("HUN", "DEU", 2, industry = labels_T$Industry[10])
sort(colSums(dva_indirect_1st), decreasing = TRUE)[1:20]
x<-as.data.frame(dva_indirect_list)
sort(colSums(x), decreasing = TRUE)[1:20]

### Térkép -----
library(maps)
library(ggplot2)
midpoints<-read.csv("g:/country_midpoints.csv", sep=";") # ország középpontok
midpoints$latitude<-midpoints$latitude %>% as.numeric
midpoints$longitude<-midpoints$longitude %>% as.numeric

# javítások
midpoints$latitude[midpoints$Code2=="COL"]<-4.570868
midpoints$longitude[midpoints$Code2=="COL"]<-74.297333
midpoints$latitude[midpoints$Code2=="HRV"]<-45.1
midpoints$longitude[midpoints$Code2=="HRV"]<-15.2
midpoints$latitude[midpoints$Code2=="CZE"]<-49.817492
midpoints$longitude[midpoints$Code2=="CZE"]<-15.472962
midpoints$latitude[midpoints$Code2=="KOR"]<-35.907757
midpoints$longitude[midpoints$Code2=="KOR"]<-127.766922
midpoints$latitude[midpoints$Code2=="USA"]<-37.09024
midpoints$longitude[midpoints$Code2=="USA"]<-95.712891

### ...HUN-DEU_all_1st_round -----
o<-"HUN"
d<-"DEU"
flow(o, d, round = 1)
x<-sort(colSums(dva_indirect_1st), decreasing = TRUE)[3:150]

points<-matrix(nrow = 1, ncol=7)
colnames(points)<-c("origin", "origin_coordinates_x", "origin_coordinates_y",
                  "destination", "destination_coordinates_x",
                  "destination_coordinates_y",

```

```

      "weight")

points[1,]<-cbind(o,
  midpoints$latitude[which(midpoints$Code2==o)],
  midpoints$longitude[which(midpoints$Code2==o)],
  d,
  midpoints$latitude[which(midpoints$Code2==d)],
  midpoints$longitude[which(midpoints$Code2==d)],
  sum(dva_direct))

for (i in 2:length(x)){
  points2<-cbind(o,
    midpoints$latitude[which(midpoints$Code2==o)],
    midpoints$longitude[which(midpoints$Code2==o)],
    names(x[i]),
    midpoints$latitude[which(midpoints$Code2==names(x[i]))],
    midpoints$longitude[which(midpoints$Code2==names(x[i]))],
    as.numeric(x[i]))
  points<-rbind(points, points2)
  rm(points2)
}
points<-as.data.frame(points)
points$weight<-as.numeric(points$weight)
points$norm_weight<-(points$weight-min(points$weight))/(max(points$weight)-
min(points$weight))

# Térkép

worldmap<-borders("world", colour = "#FFD127", fill="#FFD127") # alaptérkép

ggplot() + worldmap +
  geom_curve(data = points, aes(x=as.numeric(origin_coordinates_y),
    y=as.numeric(origin_coordinates_x),
    xend=as.numeric(destination_coordinates_y),
    yend=as.numeric(destination_coordinates_x),
    alpha=log(as.numeric(weight))),
    col="black", size=1.5, curvature = 0.2) +
  scale_alpha_continuous(c(0.1,1))

```

R26 Hozzáadott érték folyamatok feltárása Magyarország esetében második kör

```

o<-"HUN"
d<-"DEU"
flow(o, d, round = 2)
x<-as.data.frame(dva_indirect_list)
x<-sort(colSums(x), decreasing = TRUE)[1:20]

points<-matrix(nrow=1, ncol=13)

x_split<-str_split(names(x[1]), '_')[[1]]
points[1,]<-cbind(x_split[1],
  midpoints$latitude[which(midpoints$Code2==x_split[1])],
  midpoints$longitude[which(midpoints$Code2==x_split[1])],
  x_split[2],
  midpoints$latitude[which(midpoints$Code2==x_split[2])],
  midpoints$longitude[which(midpoints$Code2==x_split[2])],
  x_split[3],
  midpoints$latitude[which(midpoints$Code2==x_split[3])],
  midpoints$longitude[which(midpoints$Code2==x_split[3])],
  x_split[4],
  midpoints$latitude[which(midpoints$Code2==x_split[4])],

```



```

midpoints$longitude[which(midpoints$Code2==x_split[4])],
as.numeric(x[1]))

for (i in 2:length(x)) {
  x_split<-str_split(names(x[i]), '_')[[1]]
  points2<-cbind(x_split[1],
    midpoints$latitude[which(midpoints$Code2==x_split[1])],
    midpoints$longitude[which(midpoints$Code2==x_split[1])],
    x_split[2],
    midpoints$latitude[which(midpoints$Code2==x_split[2])],
    midpoints$longitude[which(midpoints$Code2==x_split[2])],
    x_split[3],
    midpoints$latitude[which(midpoints$Code2==x_split[3])],
    midpoints$longitude[which(midpoints$Code2==x_split[3])],
    x_split[4],
    midpoints$latitude[which(midpoints$Code2==x_split[4])],
    midpoints$longitude[which(midpoints$Code2==x_split[4])],
    as.numeric(x[i]))
  points<-rbind(points, points2)
  rm(points2)
}

# Térkép
colnames(points)<-c("origin", "o_y", "o_x", "p1", "p1_y", "p1_x", "p2",
  "p2_y", "p2_x",
  "destination", "d_y", "d_x", "weight")
points<-as.data.frame(points)
points$weight<-as.numeric(points$weight)
points$norm_weight<-(points$weight-min(points$weight))/
  (max(points$weight)-min(points$weight))

points_o1<-points[,1:6] %>% as.matrix
points_o2<-points[,4:9] %>% as.matrix
points_o3<-points[,7:12] %>% as.matrix
points_m<-rbind(points_o1, points_o2, points_o3)
points_m<-points_m[-which(duplicated(points_m)),]
points_m<-as.data.frame(points_m)
points_m$c<-"Export első kör"
points_m$c[points_m$p1==d]<-"Export második kör"

#points_m<-points_m[-which(points_m$p1==d),] # Final dest kivétele

worldmap<-borders("world", colour = "#FFD127", fill="#FFD127") # alaptérkép

ggplot() + worldmap +
  geom_curve(data=points_m, aes(x=as.numeric(o_x), y=as.numeric(o_y),
    xend=as.numeric(p1_x),
    yend=as.numeric(p1_y), color=as.factor(c)),
    size=1, curvature = 0.1, arrow = arrow(type = "closed",
length=unit(2, "mm")))+
  labs(color="HÉ iránya")

```