



**GAZDÁLKODÁSTUDOMÁNYI
DOKTORI ISKOLA**

TÉZISGYŰJTEMÉNY

Vakhal Péter

A globális értékláncok hálózatelméleti vizsgálata

című Ph.D. értekezéséhez

Témavezető:

Dr. Kovács Erzsébet, CSc
egyetemi tanár

Budapest, 2021

OPERÁCIÓKUTATÁS ÉS AKTUÁRIUSTUDOMÁNYOK TANSZÉK

TÉZISGYŰJTEMÉNY

Vakhal Péter

A globális értékláncok hálózatelméleti vizsgálata

című Ph.D. értekezéséhez

Témavezető:

Dr. Kovács Erzsébet, CSc
egyetemi tanár

© Vakhal Péter

Tartalomjegyzék

I. Kutatási előzmények és a téma indoklása	4
II. Felhasznált módszerek.....	10
III. Az értekezés tudományos eredményei	19
IV. Főbb hivatkozások	23
V. A témakörrel kapcsolatos saját (társszerzős) publikációk jegyzéke.....	26

I. Kutatási előzmények és a téma indoklása

Az értékláncok jelentősége a világgazdaságban

A nemzetközi munkamegosztás során a beszállítók egymásra utaltsága, és a világgazdasági rendszer robusztusságának hiánya már 2020 előtt is ismert volt (Cerina et al., 2015; Donato et al., 2015; Garlaschelli & Loffredo, 2005), azonban mikor 2020 februárjában a kínai kormány csupán egy tartományt zárt le, akkor a világkereskedelmi rendszer kártyavárként omlott össze. Ekkor világossá vált, hogy az országok, ágazatok és vállalatok közvetve és közvetlenül is több szálon kötődnek egymáshoz, aminek eredménye egy interdependens világgazdasági rendszer, amelyben könnyen érvényesül az *Edward Lorenz* (1963) által költőien *pillangó-hatás*nak nevezett jelenség.

Az elmúlt évtizedekben 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.

Változatlan áron számolva a világ áruexportjának értéke 1990 és 2018 között háromszorosára emelkedett. 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 2008-2009-es pénzügyi válság következtében megtorpantak a korábban még hiperglobalizációnak (Rodrik, 2012) 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 „deglobalizáció” jelenségéről tesznek említést. 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 elkezdték visszatelepíteni termelésüket saját országukba, de legalábbis közelebb a fogyasztókhöz (Ancarani et al., 2019; Backer et al., 2018). A globális vállalati környezet tehát bizonyosan nagy sebességgel és folyamatosan változik, ami hatással van a nemzetgazdaságok teljesítményre is.

A globális értékláncok kutatását két dolog nehezíti meg rendkívüli módon. Az egyik, hogy az elmélete nem letisztult, továbbá az újabb kutatások rámutatnak a globális értékláncokba (GVC) való integráció hátrányaira (McGrath, 2013; Stringer & Michailova, 2018), és az uralkodó elméletek hiányosságaira is. A másik, hogy a hivatalos statisztika nem tud lépést tartani a globalizáció fejlődésével.

Ez utóbbi különösen súlyos probléma, mivel az elsősorban tisztázatlan tulajdonosi viszonyok miatt a nemzetközi vállalatok tranzakcióinak számbavehetősége napjainkban erősen korlátozott lett (Rassier, 2017), aminek eredménye, hogy a makrogazdasági statisztikák, mint például a GDP, GNI, FDI, IIP, BoP egyes tételeiben torzítások léphetnek fel (Dridi & Zieschang, 2004; Mead, 2014; Nakamura et al., 2015). 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.

Az értékláncok már csak azért is nehézkesen jelennek meg a hivatalos statisztikában, mert bár a téma régóta kutatott, a GVC jelenség továbbra sincs megfelelően körülhatárolva. Az irodalom több definíciót is kínál az értékláncokra (lásd például Kaplinsky (2000), Koopman et al. (2014), Porter (1998) munkáit), azonban ezek sokszor egybemossák az értékláncokat és a termelési hálózatokat. E kettő mindenképpen különválasztandó és ebben Sturgeon (2001) munkája az irányadó:

1. 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	Vállalkozói kapcsolatok halmaza, amely a vállalatok egy csoportját egy nagyobb gazdasági egységbe köti.	Vállalkozói kapcsolatok kiterjedtsége és annak jellemzői	Értékhálózat, ellátási bázis („supply base”)

Forrás: Sturgeon (2001) alapján saját szerkesztés

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 globális beszállítói versenyben való megmaradás 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. Külön kiemelő az értékláncok versenyképességgel való kapcsolata, amely 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, 2018).

A hozzáadott érték fogalmának beemelése az értéklánc kutatásokban jelentős mérföldkőnek számít, mivel mind mikro-, mind makroszinten jól mérhető értékről van szó, ami alapján a termelési szekvenciák közötti relációt állapíthatunk meg az előállított hozzáadott érték nagysága szerint. Mindez meglehetősen tág GVC definíciót eredményezett (Koopman et al., 2010): A globális értékláncok „...különböző helyszíneken lévő hozzáadott érték források rendszere egy globálisan integrált termelési hálózatban”. Ebben a definícióban tehát nem esik szó terméktípusokról, disztribúciós csatornákról, vállalatokról, illetve arról, hogy a vállalatok egyáltalán láncba szerveződjenek, hanem ehelyett a *hálózatosság* áll a középpontban.

Az értékláncok hálózatelméleti megközelítése azonban nem számít új kutatási irányznak, mivel a nemzetközi input-output (IO) tranzakciós táblák struktúrája ($\mathbb{R}_{\geq 0}^{n \times n}$) alkalmas arra, hogy szomszédsági mátrixként kezeljük őket, ezért több kutatás is megvizsgálta már az adatokat (Alves et al., 2018, 2019; Amador & Cabral, 2017; Ferrarini, 2013; Barigozzi et al., 2011), és elsősorban leíró statisztikákkal egészítette ki az irodalmat. Kifejezetten az értékláncok szerkezetével és annak változásával foglalkozó mélyebb gráfelméleti vizsgálat azonban eddig még nem jelent meg markánsan a szakmai kutatásokban. E mögött feltehetően az az ok húzódik meg, hogy az input-output (IO) táblák szomszédsági mátrixként gráfelméleti szempontból speciálisnak számítanak. Az értékláncoknak közgazdasági szempontból több olyan sajátossága van, amely hálózatelméleti 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 méretével¹. 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 függ, következésképp az élek távolságként való értelmezése nem helyes.
2. A termelési szakaszok jól elkülöníthető halmazában keletkezett hozzáadott értékek várható értéke megközelítőleg sem egyenlő, azaz $E(x \in S) \neq E(x \in S')$, ahol x a termelési szakaszt, S és S' pedig termelési szakaszt jelöli (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).

¹ Ország, gazdaság „mérete” alatt a teljes előállított hozzáadott értéket értjük.

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 áruflowmot reprezentáló gráfok nem rendelkeznek kiindulási (forrás vagy t_0) ponttal². 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, vagyis implicite az egyszerűsítés feltételezi, hogy a világgazdaság szerkezete nem optimális, ami ellentmond a tökéletesen versenyző piac elméletének.
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 hazai gazdasági hatékonyság, mintsem a külföldi kapcsolatrendszer a meghatározó.

A másik ok, ami miatt a klasszikus hálózatelmélet nem alkalmazható közvetlenül az értékláncok vizsgálatára az, hogy a GVC adatok nem alkotnak idősort, inkább keresztmetszeti adatként kezelendők az elérhető években. Az értékláncok hálózatként való ábrázolása azonban

² 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.

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 dolgozat elsődleges célja, hogy összekapcsolja a GVC IO adatokat a hálózatelméleti módszertannal, és ehhez a szükséges módosításokat a gráfelméleti eszköztáron megtegye. A módszerek segítségével fel kívánja tárni Magyarországot és a szűken vett régió értékláncát, különös tekintettel a pozíciókra, azok időbeli változására.

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. A disszertáció a következő kutatási kérdésekre keresi a választ:

- 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?

II. Felhasznált módszerek

A disszertáció több algebrai, gráfelméleti és statisztikai módszert is felhasznál, és ezeket ötvözve jut következtetésekre, Mindhárom módszer az úgynevezett input-output (IO) tranzakciós táblázatból indul ki, amely a termékáramlást rögzíti az ágazatok között, valamint az ágazatok és a fogyasztók között. Az alap kétszektoros IO táblázat a következő:

2. táblázat: Input-Output tranzakciós táblázat

		Feldolgozó ágazatok		Végső kereslet (f)				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 teljes gazdaság kibocsátása (beleértve $i=j$ esetet is) mátrixjelölésekkel megadható:

$$\mathbf{x} = \mathbf{Z}\mathbf{i} + \mathbf{f} \quad (1)$$

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 következőkben bevezetjük a technológiai koefficiens, amelyet $a_{ij}=z_{ij}/x_j$ szerint

definiálunk. Felhasználva, hogy $(\hat{\mathbf{x}})(\hat{\mathbf{x}})^{-1} = \mathbf{I}$ kapjuk, hogy $\hat{\mathbf{x}}^{-1} = \begin{bmatrix} 1/x_1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & 1/x_n \end{bmatrix}$. Ha \mathbf{Z}

tranzakciós mátrixot jobbról $(\hat{\mathbf{x}})^{-1}$ -val szorozzuk, akkor pontosan \mathbf{A} technológiai koefficienseket tartalmazó mátrixot kapjuk:

$$\mathbf{A} = \mathbf{Z}(\hat{\mathbf{x}})^{-1} \quad (2)$$

A kibocsátási függvény pedig mátrix alakban az $\mathbf{x}=\mathbf{A}\mathbf{x}+\mathbf{f}$ 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:

$$\mathbf{x} = (\mathbf{I} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{f} = \mathbf{B}\mathbf{f} \quad (3)$$

ahol, $(\mathbf{I}-\mathbf{A})^{-1}=\mathbf{B}=[b_{ij}]$ más néven Leontief-inverz. Világ IO táblák birtokában a globális Leontief inverz is becsülhető, amely felhasználható az értékláncban folyó hozzáadott értékek dezaggregálására.

Ismert globális \mathbf{B} esetén az értéklánc egy tetszőleges élén futó közvetlen és közvetett hozzáadott értékek a következő módon dezaggregálhatók:

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

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 4. egyenlet a következőképpen interpretálható:

bruttó export = saját hozzáadott érték + importpartnerektől származó re-exportált hozzáadott érték + exportpartnertől származó visszaexportált hozzáadott érték

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

(5)

$$REII_{i,m_1,m_i,x} = \underbrace{\langle VA_{m_1} \rangle B_{m_1,m_1} REII_{i,m_1,x}}_{\text{hazai VA } m_1\text{-ben közvetlen } i\text{-be}} + \underbrace{\sum_{i=2}^n \langle VA_{m_i} \rangle B_{m_i,m_i} REII_{i,m_1,x}}_{\text{hazai VA } m_1\text{-ben } m_i\text{-n keresztül } i\text{-be}}$$

$$+ \sum_{i=2}^n \underbrace{\varepsilon_{i,m_1,m_i,x}}_{\text{reimportált hazai VA } m_1\text{-ben } m_i\text{-n keresztül } i\text{-be}}$$

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

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 közvetlenül 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.

Az 5. egyenlet megmutatja, hogy egy ország (ágazat) által megtermelt hozzáadott érték közvetett és közvetlen módon meddig jut el az értékláncokban. A módszer felhasználásával azonosítottuk a magyar járműipar közvetett és közvetlen előre irányuló értékláncát a világban.

Ez azonban még nem ad teljes választ arra, hogy hol helyezkedik el Magyarország a globális értékláncban. A kérdés megválaszolható lenne a hálózatelméletben alkalmazott szegmentációs algoritmusok segítségével, azonban a IO mátrix speciális volta miatt módosításokat szükséges végrehajtani az eljáráson.

A következőkben bemutatott módszer egy alternatív *mélységi és szélességi* feltáráson alapuló megközelítést ajánl, amelyhez az értékláncok egy-egy lényeges tulajdonságát szükséges definiálni:

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 összegeként³. Ennek folyamányaként adódik, hogy a G gráf értéke $\gamma(G) = \sum_{i=1}^p \gamma_i(V|G)$ 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 hálózatból.

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

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 csúcscsal 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

³ A GVC pozíciók meghatározásánál csupán a közvetlen és közvetett módon exportált hozzáadott értéket vizsgáljuk, tehát csak a kimenő élek kerülnek a modellbe.

szerkezetű kapcsolatrendszert eredményezne, hanem a skálafüggetlen hálózatok irányába haladjon⁴. 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 $b = 1 + \sqrt{(Gini(S_2(G)) - Gini(S_1(G)))^2}$, ($1 \leq b \leq 2$).

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:

$$\operatorname{argmax} \left\{ 2 \frac{c_{i,k}}{b_{i,k}} : \frac{c}{b} \in \mathbb{R}^+, 0 \leq \frac{c}{b} \leq 2 \right\} \quad (6)$$

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 bemutatott mélységi-szélességi feltárás segítségével azonosítani tudtuk azt a szűken vett értékláncot, amelynek középpontjában Magyarország áll.

⁴ 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.

A hálózatok feltárásának egyik sarokpontja az időbeni áramlások vizsgálata, amelyre azonban a klasszikus IO táblázatok nem alkalmasak, ezért a termékalapú kereskedelmet vizsgáltuk meg, mivel ez a statisztika nyújt egyedül olyan nagy frekvenciájú adatokat, amelyből az értékláncban való hozzáadott érték áramlási sorrendre következtetni lehet.

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:

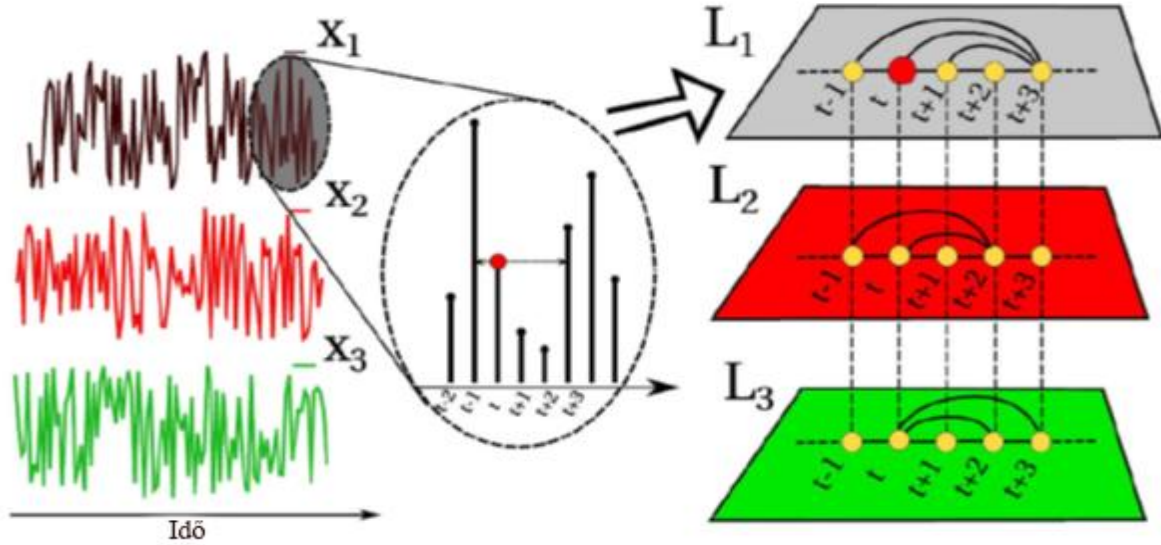
$$x_k < x_j + (x_i - x_j) \frac{t_j - t_k}{t_j - t_i} \quad (7)$$

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. 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. 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:

$$x_i, x_j > x_n \quad \forall n: i < n < j \quad (8)$$

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 (HLG). 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.

1. ábra: Látható gráfok horizontális összekötésének reprezentatív esete



Forrás: Lacasa et al. (2015) alapján

A HLG 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):

$$A = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{bmatrix} = A^T \quad (9)$$

Legyen $s_i = \sum_{j=1}^t a_{ij}, i \neq j$ $A^{t \times t}$ alsó háromszög⁵ szomszédsági mátrix i -edik sorának sorösszege $A_{ij}^{t \times t}$ blokkokban, azaz csak azoknak a kapcsolatoknak a száma⁶, amellyel a csúcs egy másik idősorban lévő csúcshoz kapcsolódik. Defináljuk továbbá d_{ij} változót, ami az összekötött csúcsok időbeli viszonyát fejezi ki a következőképpen⁷:

⁵ A szomszédsági mátrix szimmetrikussága miatt.

⁶ Mivel $a_{ij} \in [0,1]$, és a hálózat nem irányított, ezért a kapcsolatok száma és a sorösszeg egyenlő.

⁷ Mivel a hálózat nem irányított, így mindegy lenne, hogy a szomszédsági mátrix sorai vagy oszloppait vizsgáljuk, azonban megfelelő az algebrai konvencióknak a sort tekintjük a viszonyítás alapjának.

$$d_{ij} = \begin{cases} i - j & \text{ha } a_{ij} = 1 \\ 0 & \text{ha } a_{ij} = 0 \end{cases} \quad (10)$$

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:

$$d^{ij} = (\sum_{i=1}^t s_i)^{-1} \sum_{j=1}^t d_{ij}, \forall d: i \neq j, s_i > 0 \quad (11)$$

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

$$I(d^{ij} > 0) = 1 \quad (12)$$

$$I(d^{ij} < 0) = -1 \quad (13)$$

$$I(d^{ij} = 0) = 0 \quad (14)$$

Az indikátorfüggvény alapján tehát eldönthető, hogy két idősor közül „szekvenciálisan” melyik helyezkedik el előrébb. A HLG módszertant felhasználva becslést adtunk a járműipari beszerzési és termelési folyamatok sorrendiségére a közép-kelet európai régióban.

Mivel az IO adatbázis kizárólag aggregált szinten érhető el, így vállalati szintű (pl.: méret) GVC elemzés közvetlenül nem készíthető. Ezért egy olyan megközelítést alkalmaztunk, amely megteremti az összeköttetést nemzeti ágazati kapcsolatok mérlege (ÁKM) és a vállalati szintű társasági adóbevallás között. Ezáltal lehetőség nyílt az ÁKM vállalati méret szerinti felbontására kkv és nagyvállalati méret szerint. Az ágazatközi folyó felhasználás becslése az úgynevezett kiegyenlítési-továbbvezetési (RAS⁸) 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 tartalmazó táblázat volt, vagyis kihasználható az az optimalizálási feltétel, hogy a kkv- és a nagyvállalati adatok

⁸ 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.

összege legyen egyenlő az országos adatokkal. A felhasznált adatokat az alábbi táblázat foglalja össze:

3. 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 peremein (szélein) található. Az adatok 2018-as árakon értendők.	A Központi Statisztikai Hivatal tájékoztatási 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 így becsült adatok segítségével lehetőség nyílik a hazai vállalatok GVC részvételének értékelésére méret alapján, felhasználva a már korábban bemutatott algebrai módszereket.

III. Az értekezés tudományos eredményei

A bemutatott módszertanok segítségével sikerült megválaszolni az összes kutatási kérdést, és megerősíteni a kutatási hipotéziseket. Ezeket összefoglalóan az alábbi táblázat tartalmazza:

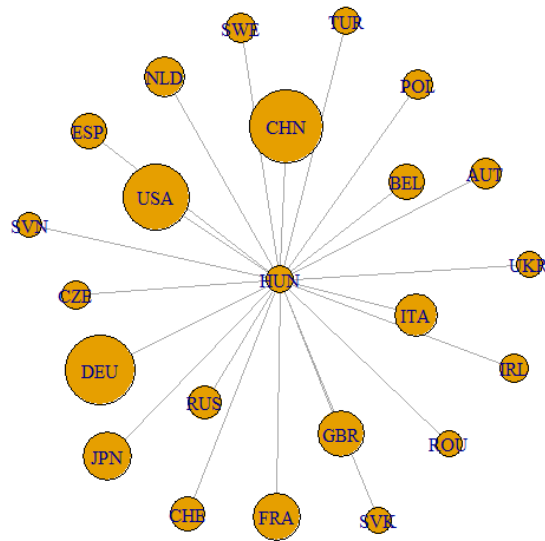
4. Táblázat: A vizsgált kutatási kérdések, hipotézisek és az eredmények összefoglalása

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, továbbá egy továbbfejlesztett 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.

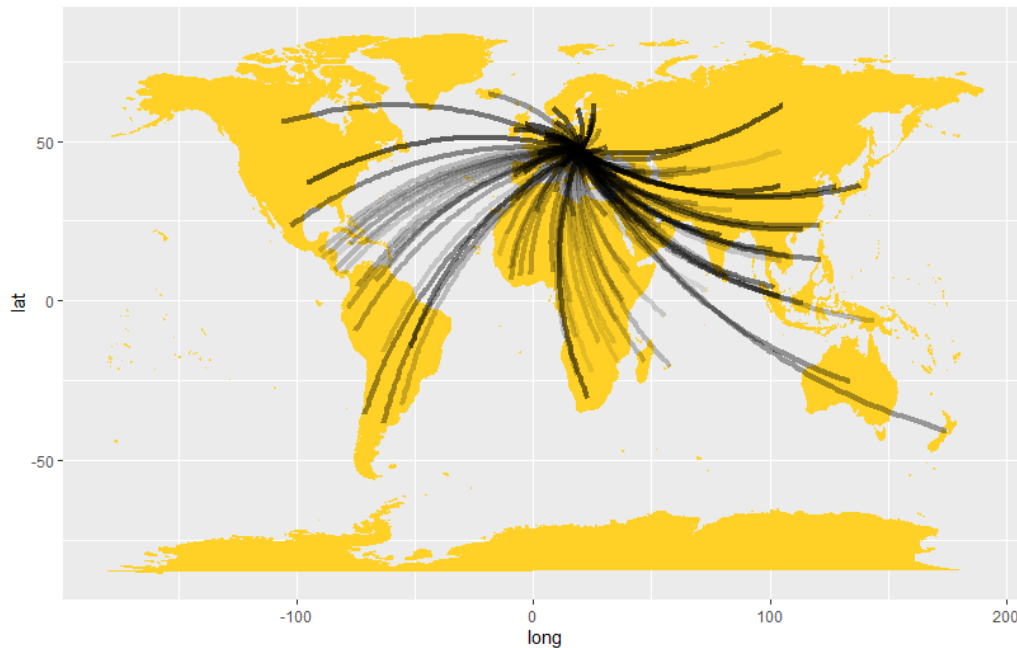
2. ábra: Magyarországra közvetve és közvetlenül áramló hozzáadott értékek a mélységi és szélességi feltárás alapján



Forrás: Eora adatok alapján saját számítás

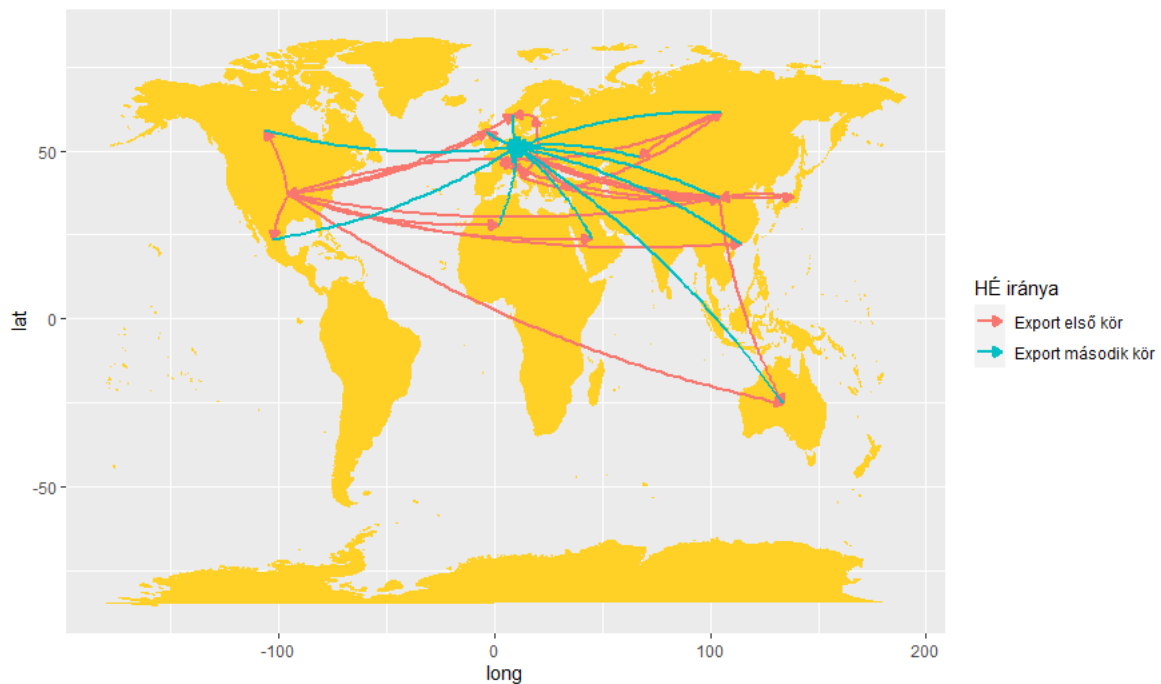
Követhető vált továbbá a direkt és indirekt hozzáadott értékek útvonala a világon több közvetítőn keresztül is. A számos iparág közül a hazánk számára legfontosabb járműipari ágazat esetében készítettük el az első körös, illetve a közvetítő útján áramló magyar hozzáadott érték (közvetett és közvetlen) útjának térképét.

3. ábra: A magyar járműipari vállalatok által megtermelt hozzáadott érték útja Németországba (világtérkép)⁹



Forrás: Eora adatok alapján saját számítások

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



Forrás: Eora adatok alapján saját számítások

A disszertáció a következő tézisekkel járul hozzá a szakirodalomhoz:

⁹ A partnerországot Németországgal összekötő él az átláthatóság érdekében nincs megjelenítve. A görbék vastagsága a beszállított hozzáadott érték nagyságával arányos.

1. Tézis: A transznacionális vállalatok nemzetközi beszállításainak statisztikai számbavétele jelentős torzításokat okozhat a makrogazdasági statisztikai mutatókban. A vállalatok nem megfelelő lehatározása, illetve az elmúlt évtizedekben kialakult új kereskedelmi formák miatt a GDP-ben is torzítások jelentkehetnek, amelyeket csillapítani lehetséges olyan modern technológiák alkalmazásával, amelyek megbízhatóan összekapcsolják a termelési, a kereskedelmi és a felhasználási szakstatisztikákat (például blockchain).

2. Tézis: A globális értékláncok ezért aggregált formájukban nagyon nehezen értékelhetők, regionális és ágazati kibontást szükséges végezni a pontosabb kép kialakításához. A hagyományos szegmentációs eljárások itt azonban csak erősen korlátozottan alkalmazhatók, ezért egy olyan módszer került kidolgozásra, amelyben megoldást ajánl a problémákra. Az eljárás alapjai hasonlítanak a véletlen gráfok növesztési algoritmusaihoz.

3. Tézis: A kibontott értékláncokban áramló hozzáadott érték folyamatok becslését nehezíti, hogy a hálózatoknak nincs forráspontja. Egy speciális módszertan segítségével lehetőség nyílt egy tetszőlegesen kijelölt ágazat vagy ország által előállított hozzáadott érték folyam útjának feltárására.

4. Tézis: Az értékláncok más megközelítésű feltárását adhatja egy szekvenciaalapú megközelítés. Ez egyes termékcsoportokban képes feltárni a beszállítások sorrendjét, ami elengedhetetlen a hálózat dinamikájának vizsgálatához.

5. Tézis: A magyar vállalatok a globális értékláncokban közvetett és közvetlen módon is megjelenhetnek, ez utóbbi elsősorban olyan vállalatokra jellemző, amelyek nem tudtak önálló exportpiacot kiépíteni maguknak. Ennek közvetlen vizsgálata a jelenleg elérhető ágazati kapcsolatok mérlege alapján nem lehetséges, ezért egy olyan módszer került kidolgozásra a tervezetben, amely megteremti az összeköttetést a magyar input-output táblák, valamint a vállalatsoros társasági adóbevallás között.

IV. Főbb hivatkozások

- 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>
- 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>
- 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>
- 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., 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>
- 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>
- 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>
- 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>
- Dridi, J., Zieschang, K. (2004): Export and Import Price Indices. *IMF Staff Papers*, 51(1), 157–194. <https://doi.org/10.2307/30035869>
- Ferrarini, B. (2013): Vertical Trade Maps. *Asian Economic Journal*, 27(2), 105–123. <https://doi.org/10.1111/asej.12005>
- 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>
- 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>

- 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>
- 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>
- 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)
- 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>
- 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>
- 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>
- 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., 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>
- 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.
- Palócz É., Vakhai P. (2018): 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.
- 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.

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>

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>

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>

V. A témakörrel kapcsolatos saját (társszerzős) publikációk jegyzéke

Referált folyóiratokban megjelent tanulmányok

Chikán, A., Kovács, E., Matyusz, Z., Sass, M., Vakhal, P. (2016): Long-term trends in inventory investment in traditional market and post-socialist economies. *International Journal of Production Economics*, 181, 14–23. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2016.06.018>

Vakhal P. (2018): A termelési tényezők szerepe az európai járműipari értékláncban. *Külgazdaság*, 62(11–12), 32–65.

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>

Könyvek

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>

Könyvfejezetek

Czakó, E., Vakhal, P. (2020): Hungary in Global Value Chains. In X. Chen (Szerk.), *CEE Countries in Europe : Toward Center or Periphery in Global Value Chains* (o. 104–110). China-CEE Institute. <https://china-cee.eu/wp-content/uploads/2020/11/PDF2019Project3.pdf>

Losoncz, M., Nagy, Gy., Vakhal, P. (2020): A kkv-k nemzetköziesedése a statisztikai adatok alapján. In Losoncz, M. & Nagy, Gy. (Szerk.), *A kis- és középvállalkozások nemzetköziesedésének néhány kérdése Magyarországon* (o. 46–76). Budapesti Gazdasági Egyetem.

Losoncz, M., Vakhal, P. (2019): Economic relations between Hungary and China from the early 1990s. In X. Chen & Ugródy, M. (Szerk.), *China and Hungary: 70 Years of Bilateral Relations in a Changing World* (o. 129–167). China-CEE Institute. https://china-cee.eu/wp-content/uploads/2020/01/70_YEARS_PDF_CEE.pdf

Vakhal, P. (2019): Versenyképességünk ártértékelődése az új kereskedelmi statisztika fényében. In Becsey, Zs. (Szerk.), *A magyar vállalkozások nemzetközi versenyképességének helyzete* (o. 65–80). Károli Gáspár Református Egyetem. https://ajk.kre.hu/images/doc5/dokumentumok/A_magyar_vallalkozasok_nemzetkozi_versen_ykpessegenek_helyzete_20190123.pdf

Vakhal, P. (2021): Possible alteration of global value chains in the CEE region. In C. Xin & Palócz, É. (Szerk.), *The restart of European Economy and its Impact on Central and Eastern Europe* (o. 48-61.). China-CEE Institute.

Műhelytanulmányok

Vakhal P. (2017a): A hozzáadott-érték kereskedelem tendenciái az OECD-országokban (Sz. 50; Kopint-Tárki Műhelytanulmányok). Kopint-Tárki. https://kopint-tarki.hu/wp-content/uploads/2020/12/Muhely_50_hozaadott_ertek_kereskedelem.pdf

Vakhal P. (2017b): Magyarország elhelyezkedése a globális érték- és termelési láncban. Kopint-Tárki.

<https://www.parlament.hu/documents/126660/1249496/Magyarország+elhelyezkedese+a+globalis+erteklancban.pdf>

Konferenciaelőadások

Vakhal, P. (2016, június 10): Idősoros adatok klaszterezése. XIV. Gazdaságmodellezési Szakértői Konferencia, Budapest.

Vakhal, P. (2018a, március 7): Competitiveness from official statistical data – what do we really know? Competitiveness of Firms and Locations in the Digital Age, Budapest.

Vakhal, P. (2018b, április 8): Termelési láncok Közép-Kelet Európában. BGE Kutatónapok, Budapest.

Vakhal, P. (2018c, november 14): Hol helyezkedik el Magyarország a regionális beszállítói láncban? A Magyar Logisztikai, Beszerzési és Készletezési Társaság 26. kongresszusa, Siófok.

Vakhal, P. (2018d, november 21): A termelési tényezők szerepe az európai járműipari értékláncban. Magyar Tudomány Ünnepe – Nemzetköziesedés és fenntarthatóság konferencia, Budapest.

Vakhal, P. (2018e, november 26): Szekvencia, motívum, dinamika feltáró algoritmusok. Adatelemzés a gyakorlatban. BCE Adatelemző Központ workshop, Budapest.

Vakhal, P. (2019, december 14): Accounting Global Value Chains and competitiveness: a challenge for official statistics. 45th EIBA Annual Conference 2019, Leeds.

Vakhal, P. (2021, június 21): Magyarország elhelyezkedése az értékláncokban – egy gráfelméleti megközelítés. Globális értékláncok mérési lehetőségei. Innováció, digitális transzformáció és a válságból való kilábalás útjai, Győr.