

A gazdasági hálózatok komplex területi teljesítményének mérése

Measurement of Complex Spatial Performance of the Economic Networks

Jóna György,

Debreceni Egyetem, Társadalomtudományi Tanszék

E-mail:
jona.gyorgy@foh.unideb.hu

A tanulmányban egy új hálózati mérési modellt mutatunk be, mellyel a gazdasági hálózatok komplex területi teljesítménye empirikusan vizsgálható. A gazdasági hálózati hatásmechanizmusok területi vizsgálatának nincs általánosan elfogadott és jól bevált módszertana, elsősorban ez indokolta ennek a – térhálózati elemzésen (spatial network analysis – SpNA) és térökonometriai módszerek szintetizálásán alapuló – hálózati mérési modellnek a kifejlesztését. Az eljárás alkalmazásával operacionalizálhatóvá válhat egy gazdasági hálózat materiális és immateriális területi kapacitásokra gyakorolt komplex hatása. A tanulmányban kizárólag gazdasági, üzleti hálózatok regionális teljesítményével foglalkozunk, más típusú hálózatokkal nem.

A hálózati mérési modellben egy gazdasági hálózat komplex területi teljesítménye függ (1) a hálózati hatástól, (2) a hálózati externáliáktól, (3) a hálózati externáliák intenzitásától, (4) a hálózati hatásból és externáliákból részesülők számától, valamint (5) a hálózati teljesítmény által lefedett terület nagyságától. A hálózati mérési modellnek tudományos értéke és gyakorlati haszna is lehet a gazdaságfejlesztéssel és területi politikával foglalkozó szakemberek számára.

Kulcsszavak:

térhálózati elemzés (SpNA),
hálózati externáliák és hatások,
gazdasági hálózatok,
hálózati teljesítmény

In this paper, we present a new network measurement model with which the complex spatial performance of economic networks can be empirically examined. There is no generally accepted and well-proven methodology for the spatial analysis of the economic network effect mechanisms, primarily this is the reason for the development of a network measurement model based on the synthesis of spatial network analyses (SpNA) and space econometric methods. By using this method, the complex effect of an economic network on tangible and intangible spatial capacities may become operational. In this paper, we deal exclusively with the regional performance of economic and business networks, not with other types of networks.

In the network measurement model, the complex spatial performance of an economic network depends on (1) network effects, (2) network externalities, (3) the intensity of network externalities, (4) the number of users of network effects and externalities, and (5) of the area covered by performance.

The network measurement model can also have a scientific value and practical benefit for professionals in the area of economic development and territorial policy.

Keywords:

spatial network analysis (SpNA), network externalities and effects, economic networks, network performance

Beküldve: 2017. augusztus 22.

Elfogadva: 2018. április 27.

Bevezetés

Napjainkban egyre „divatosabb” a regionális gazdasági folyamatok és a térbeli struktúrák hálózattudományi vizsgálata. Ez elsősorban azzal magyarázható, hogy a lokális gazdasági fejlődés és növekedés egyik legerősebb motorja a térségben működő gazdasági hálózat (Jóna 2017). Az üzleti hálózatok gazdaságélénkítő hatását ismerve számos kutatás elemzi a lokális hálózatokat, a regionális klasztereket, a kooperatív hálózatokat, a vállalati stratégiai szövetségeket, az ellátási láncokat, valamint a különböző iparági körzeteket (hibrid-, kerékagy- és küllő-, Marshalli-, szatellit- és olasz iparági körzetek) (Bestwick 2014, Dabrowsky 2014, Ebrashi 2017, Jarosi 2017, Jóna 2017, Knieps 2015, Törnroos et al. 2017, O’Sullivan–Unwin 2010, O’Sullivan 2014,

Ratajczak-Mrozek 2017, Scheurer–Curtis 2008, Stone 2017). Ezek a kutatások eddig elsősorban térökonometriai és/vagy területi statisztikai eljárásokat alkalmaztak (Goyal 2007), melyek adekvátak, helyesek. Azonban a gazdasági hálózatok területi aspektusainak vizsgálata során egyre nagyobb figyelmet kap a térhálózati elemzés (spatial network analysis – SpNA) módszere, melyben hálózattudományi és regionális gazdaságtani eljárásokat kombinálnak – egyértelmű hálózattudományi dominanciával (Bailey–Gatrell 1995, Barthélemy 2011, Corrado–Fingleton 2012, Jungnickel 1999, Newman 2000, O’Sullivan–Unwin 2010, O’Sullivan 2014, Okabe et al. 2006, Ratajczak-Mrozek 2017, Törnroos et al. 2017).

SpNA-módszerekkel a gazdasági hálózatok csúcspontjainak és összekötő élének speciális és általános területi attribútumai, mintái vizsgálhatók, külön-külön vagy akár együtt is. Ugyanakkor, az üzleti hálózat földrajzi elhelyezkedését és lehatárolását, a csúcspontok és élek területi topológiáját és evolúcióját, a pontok minőségét és az élek áteresztőképességét is lehet elemezni ezzel az új módszerrel. Az SpNA-módszerek alkalmazásával egészen újszerű információk szerezhetők a gazdasági hálózatok területi jellemzőiről. Többek között a „miért épp adott térségben jönnek létre gazdasági hálózatok?“, „hol található a hub, a hálózat főszereplője?“, „milyen távol/közel vannak egymáshoz a csúcspontok?“, „hogyan határozza meg a földrajzi távolság az egyes vállalkozók és az egész hálózat teljesítményét?“ kérdésekre is válasz adható az SpNA-eljárások használatával (Barthélemy 2011, Barthélemy 2016, O’Sullivan 2014, O’Sullivan–Unwin 2010, Törnroos et al. 2017).

A tanulmány kiindulópontja, hogy a gazdasági hálózatoknak is van földrajzi kiterjedésük, területi méretük és struktúrájuk, így a gazdasági hálózatok SpNA-eszközrendszerrel elemezhetők (Törnroos et al. 2017). Az elemzésnél indokolt megkülönböztetni és definiálni a földi, a nem földi és a területi hálózat fogalmát. A *földi hálózat* (planar graph)¹ összekötő élei és csomópontjai fizikailag realizálódnak a térben, és az élek nem metszik egymást. Azonban, ha (1) hidak, csatornák, felüljárók keresztezik ezeket az éleket, vagy (2) ha az élek végcéljai azonos pontban találkoznak, akkor is földi hálózatról beszélhetünk. A valóságban leggyakrabban az infrastrukturális és szállítói hálózatok definiálhatók földi hálózatként. A *nem földi hálózat* (non-planar graph) összekötő élei és csúcspontjai fizikailag realizálódnak a térben és keresztezhetik egymást feltételek nélkül (O’Sullivan 2014).

A *területi hálózatok* (spatial network) abban hasonlítanak a földi és nem földi hálózatokhoz, hogy (mindháromban) a csomópontok földrajzilag, fizikailag pontosan meghatározhatók. A területi hálózat azonban abban különbözik a földi és a nem földi gráfoktól, hogy a területi hálózatokban az összekötő élek nem térbeli kapcsolatokat (nonspatial relationship) jelenítenek meg (például kommunikációs viszonyokat, interakciós kapcsolatot, baráti relációkat), melyek vertikálisan és horizontálisan is keresztezhetik egymást (Törnroos et al. 2017). Területi hálózatokban az éleket euklideszi távolsággal mérjük. Az euklideszi távolság azon a gráfelméleti megközelítésen alapszik,

¹ A gráf és a hálózat fogalom páros a tanulmányban egymás szinonimái.

hogyan egy területi hálózatban a két pont közötti távolságot légvonalbeli távolsággal mérjük. Így a nem térbeli kapcsolatok kizárólag légvonalbeli távolsággal mérhetők. A Pitagorasz-tételen alapuló euklideszi távolság könnyen kiszámítható a következő képlettel:

$$Ed_{ij} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (V_i - V_j)^2}, \text{ ahol } Ed_{ij} \text{ az euklideszi távolságot, } V_i \text{ és } V_j \text{ a két}$$

csúcspontot jelöli (Barthélemy 2011, O’Sullivan 2014, 1258–1259 old.).

A gazdasági hálózatokban a csomópontok a cégek, vállalkozások földrajzi pozícióját (ami a földrajzi térbe beágyazódik, fizikailag realizálódik), míg az élek a köztük kialakuló kapcsolatrendszer (ami a térbe nem ágyazódik be úgy, mint például egy autópálya) jelentik. A gazdasági hálózatok területi hálózatokként is felfoghatók, kezelhetők és elemezhetők. A példák köre tovább bővíthető, mivel a társadalmi hálózatok (Facebook, Instagram) is területi hálózatokként határozhatók meg, amennyiben a csomópontok a hálózathoz tartozó egyén földrajzi helyzetét (például lakóhelyét), az élek pedig a személyek közötti kapcsolatokat, viszonyrendszereket jelentik (Barthélemy 2011, Schnerngell 2014). Röviden, a gazdasági hálózatok területi hálózatokként is definiálhatók, ezért SpNA-módszerekkel vizsgálhatók. Azonban a földi hálózatok és a nem földi hálózatok egyaránt vizsgálhatók SpNA-eljárásokkal.

A tanulmány célja, hogy kidolgozzon az SpNA- és térökonometriai eljárások integrálásával egy mérési modellt, amivel elemezni lehet a gazdasági hálózatok komplex területi teljesítményét (network performance). Komplex területi teljesítményről akkor beszélünk, ha egy gazdasági hálózatba kizárólag gazdasági szervezetek, vállalkozók integrálódnak (homogén hálózat), azonban ez nem csak a gazdasági struktúrára gyakorol hatást. Egy eredményesen működő gazdasági hálózat közvetlen befolyással bír a gazdasági rendszerre, a társadalmi, a kulturális, vagy a politikai folyamatokra is. Ez az alapvető oka annak, hogy ebben a tanulmányban a gazdasági hálózatok *komplex* területi hatásainak mérésével foglalkozunk az SpNA eszközzel. A mérési modell generalizált formája található meg a tanulmányban, amivel az üzleti hálózatok említett formájának regionális teljesítménye operacionalizálható.

Az új mérési modell kifejlesztése azért indokolt, mert még nincs olyan módszer, amivel a gazdasági hálózatok komplex területi hatásmechanizmusait mérhetnénk. A tanulmány ezt a hiányt igyekszik pótolni. A tanulmányban kizárólag gazdasági, üzleti hálózatok regionális teljesítményével foglalkozunk, más típusú hálózatokéval nem. A továbbiakban, ha a hálózat kifejezés önmagában áll, az mindig a gazdasági hálózatra utal.

Az SpNA-t mint kutatás-módszertani eljárást napjainkban alkalmazzák a társadalom- és a természettudományi vizsgálatokban is. Az SpNA-val eddig infrastrukturális hálózatokat [városi úthálózatot, légitársaságok úthálózatait, motor-, vasút-, metró-, hajó-, csatorna- és közúthálózatokat (Buhl et al. 2006, Cardillo et al. 2006, Kurant–Thiran (2006)], folyók mederhálózatait (O’Sullivan 2014), elektromos hálózatokat, bizonyos árutertermelő hálózatokat (Gastner–Newman 2006), technológiai hálózatokat (O’Sullivan 2014), kommunikációs hálózatokat [internet, vezeték nélküli telefon, mobiltelefon, fax (Pastor-Satorras–Vespignani 2003)], valamint közösségi-társadalmi hálózato-

kat (Gumierá et al. 2005, Lambiotte et al. 2008) térképeztek fel. A természettudományokban, főként a hálózati biológiában, nagy számban alkalmazzák az SpNA-módszereket az emlősök keringési rendszerének (West–Brown 2003), a levélerezet változásainak (Runions et al. 2005), az epidemiológiai és a sejthálózatok megismerésére (Barthélemy 2011). A természettudományi elemzésekben az SpNA sikeresen használható, ezt az eredményességet a regionális tudomány is adaptálhatja a jövőben.

Összefoglalva, az SpNA alkalmazásával új perspektívából elemezhetők a gazdasági hálózatok. Az új szemléletmód és szempontok érvényesülése kedvező eredményeket hozhat, még pontosabban megérthetjük, miként határozza meg egy üzleti hálózat a térség materiális és immateriális növekedési kapacitásait (Jackson 2016, O’Sullivan 2014, Ratajczak–Mrozek 2017, Törnroos et al. 2017).

A hálózati modell általános jellemzői

Egy gazdasági hálózat (network: N) csomópontokból (vertices: V) és a pontokat összekötő élekből (edges: E) áll $N = (E, V)$. A modellben a csomópontok a gazdasági egységek földrajzi elhelyezkedését (cégeket, vállalatokat, vállalkozásokat), az összekötő élek a vállalatközi együttműködést, cégek és vállalkozók közötti kapcsolatokat jelölik. A csúcspontok közötti élek $i, j \in E$ szomszédsági mátrixszal pontosan interpretálhatók $V = \mathbf{V}(M)$. A szomszédsági mátrix elemei:

$$V_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{ha } ij \in E \\ 0 & \text{ha } ij \notin E \end{cases}$$

A szomszédsági mátrix $\mathbf{V}(M)$, ahol M egy $n \times n$ darab cellából álló mátrixot jelent. Ebben V_{ij} értéke 1, ha létezik összekötő él i és j között, $V_{ij} \in E(M)$, egyébként pedig V_{ij} értéke 0. A hálózati modellben mindegyik él súlyozatlan (unweighted), azaz bináris és irányítatlan (undirected), ami azt jelenti, hogy az összekötő élekből az interakció áramlása kétirányú a csúcsok között $V_{ij} = V_{ji} \forall i, j \in V(N)$, a hálózat szomszédsági mátrixa szimmetrikus ($V_{ij} = V_{ji}$). A modellben az élek áteresztőképessége (flow parameter of edge), súlya (weight of edge) és erőssége (strength of edge) azonos.

A gazdasági hálózatokat esetenként részgráfokra (subgraph: G') is lehet bontani. A részgráf (részhálózat, komponens) a hálózati csomópontok részhalmaza $V(G') \subseteq V(N)$ és egyben az összekötő élek részhalmaza is $E(G') \subseteq E(N)$. A részgráfoknak az interregionális, határokon átívelő hálózatok esetében van relevanciája (Jóna 2016).

Ugyanakkor, elfogadjuk, hogy a kettő vagy három csúcsot összekötő élek halmazát is hálózatnak kell tekinteni (Bailey–Gatrell 1995). A valóságban a multi- vagy transznacionális vállalatok hálózata rendszerint kettő vagy maximum három szereplőt foglal magába, ezzel szemben a mikrovállalkozókból vagy kkv-ból álló hálózatok ettől jóval nagyobb elemszámú hálózatot hoznak létre, vagyis $N = \{1, 2, 3, \dots, n\}$ ahol $n \geq 2$ (Baretta 2008, Carfi–Donato 2016, Dagnino 2009, Ngowi–Pienaar 2005, Osarenkhoe 2010, Pálóczi 2016).

A gazdasági hálózat komplex területi teljesítményének mérési modellje

A hálózati mérési modellben egy gazdasági hálózat komplex területi teljesítménye (network performance: P_N) függ (1) a hálózati hatástól, (2) a hálózati externáliáktól, (3) a hálózati externáliák intenzitásától, (4) a hálózati hatásból és externáliákból részesülők számától, valamint (5) a hálózati teljesítmény által lefedett terület nagyságától. A következő alfejezetekben az említett öt komponenst részletesen mutatjuk be.

A hálózati hatás

Az üzleti hálózati hatások vizsgálatában a hálózati hatás és a hálózati externália fogalma gyakran keveredik, így nem természetes, ha ezek mérése és az eredmények ismertetése sem egyértelmű. Az elméleti elemzések mellett számos empirikus kutatásban is felfedezhető ez a fogalmi zavar. Néhány példát említve, Levinson (1998) tanulmányában arra keresi a választ, hogy egy adott autópálya-hálózat kiépítése a vállalatok számára mekkora költséghatékonyságot eredményez. Ebben az elemzésben a túlcserélődő hatás (spillover effect) és a hálózati externália fogalmait azonosítja. Ugyanakkor Meijers (2005) a Randstadban található gazdasági hálózatokat vizsgálva nem különböztette meg a hálózati hatást és az externáliákat, a két fogalmat egymás szinonimájaként kezelte. Hasonlóan jártak el Amran és szerzőtársai (2012), Ishiwata és szerzőtársai (2014) is, akik a két kategóriát teljesen felcserélhetőnek tartják. Ezért ezt a két fogalmat tisztázni szükséges.

A hálózati hatás azt jelenti, hogy a gazdasági hálózat meghatározza a hálózat tagjainak (network agent: NA) gazdasági helyzetét. A hálózati externália fogalma arra utal, hogy a hálózat azok szocioökonómiai helyzetét is befolyásolja, akik nem tagjai a hálózatnak (non-agent of network: NAN), de részesülnek a hálózati externáliákból. NA szereplői minden esetben a hálózathoz tartozó gazdasági szereplők, NAN szereplői a hálózathoz nem tartozó egyének, háztartások, kormányzati egységek, vállalatok, vállalkozások, civil és/vagy politikai szervezetek is lehetnek (Church–Gandal 1992, Comola 2016, Economides 1996, Jackson 2016, König 2015, Zhang–Du 2017, Okabe et al. 2006, Jóna 2017, Knieps 2015, Li et al. 2015, O’Sullivan–Unwin 2010, Vega-Redondo 1996). NA és NAN diszjunkt halmazok, $NA \cap NAN = \emptyset$.

A hálózati hatás a hálózat tagjaira (kínálati oldalra), míg a hálózati externáliák a fogyasztókra (keresleti oldalra) gyakorolt hálózati teljesítményt elemzi. A tanulmányban bemutatott modell a hálózati hatást és a hálózati externáliákat is vizsgálja, tehát képes mindkettőt figyelembe venni, de külön-külön méri ezeket.

Vizsgáljuk meg a hálózati hatás (network effect: Ef_N) jellemzőit és mérési lehetőségeit.

A mérési modellben a hálózati hatás explicit módon mérhető a foglalkoztatottak számának (employment: EM), valamint a hálózati cégekhez tartozó foglalkoztatott(ak) és munkaadó(k) jövedelemszintjeinek (továbbiakban jövedelemszint, income: I) változásával. Ha egy cég tagja egy gazdasági hálózatnak, és emiatt a vállalat munkavállalóinak száma és/vagy jövedelemszintje megváltozik, akkor hálózati hatásról beszélünk. Fontos, hogy EM és I módosulása oksági és szoros összefüggésben legyen a hálózatosodással, azért változik az egyik vagy mindkét változó értéke, mert a cég tagja lett a hálózatnak.

Vállalatközi együttműködés minden esetben profitmaximalizálás céljából jön létre. Gazdasági hálózatosodás során a cégek kiadásait csökkentik, a várt és nem várt kockázatokat megoszthatják és redukálhatják, csökkenő kiadás mellett javulhat a profitráta, amiből új munkahelyeket hozhatnak létre és/vagy a jövedelemszintet javíthatják. A hálózatosodás a vállalati megtakarítás egyik szignifikáns forrása napjainkban. A cégek egymással kooperálnak azért, hogy új forrásokhoz jussanak, amiből finanszírozhatják részben vagy egészben a foglalkoztatásbővítést és/vagy a jövedelemnövekedést. Ezt nevezzük hálózati hatásnak (Jackson 2008, O'Sullivan–Unwin 2010, O'Sullivan 2014). Egyszerűbben, a hálózati hatás megmutatja, hogy a hálózatban részt vevő cégek mekkora hasznot vagy veszteséget realizálnak a hálózatosodásból. Formálisan:

$$Ef_N = \sum_{i=1}^n EM \cup \sum_{i=1}^n I . \quad (1)$$

Hálózati szinten a nettó megtakarítás (net saving: NS) összege megállapítható, ha az együttműködés során realizált megtakarításból (saving: S) kivonjuk az együttműködéssel járó tranzakciós költségeket (transaction costs: TC). A vállalati megtakarítást jelölje $[0; \bar{S}]$, $(i = 1, 2, \dots, n)$, így egy hálózat teljes megtakarításának összege

$$\text{adott időszakban: } S = \sum_{i=1}^n S_i .$$

TC minden hálózat esetében más és más költségelemeket tartalmaz, ezt nem lehet taxatív módon felsorolni, ám logikus, hogy $NS = S - TC$. Egy gazdasági hálózat kooperációja eredményesnek tekinthető, ha $NS > 0$, és eredménytelen, ha $NS \leq 0$. A hálózati hatás nemcsak előnyös, hanem hátrányos is lehet, ha például a vállalatközi együttműködés költségei magasabbak, mint az abból származó haszon.

A hálózati externáliák

A hálózati hatás operacionalizálása után a hálózati externáliákkal foglalkozunk (network externalities: EX_N), mely a mérési modell második komponense. Elfogadjuk, hogy a hálózati externáliák a hálózat által termelt, létrehozott vagy épített javakon, szolgáltatásokon, termékeken keresztül terjednek. Ezek általában kevert javaként (mixed goods), nem tiszta közjóságként jelennek meg az adott térségben. A kevert javak fogyasztásából származó haszon nem korlátozódik csak egy fogyasztóra, de nem is részesül belőle mindenki. Nem a hálózat tagjainak száma határozza meg elsősorban a hálózati externáliákat (ez is fontos lehet), hanem a hálózat által létrehozott áru mennyisége, mely közvetíti a hálózati externáliákat. Például egy három multinacionális vállalatból álló üzleti hálózat akár az egész világon értékesíthető terméket is létrehozhat, míg a több száz kkv-ból álló hálózat csak egy kisebb térségben elérhető terméket képes biztosítani a lokális társadalom tagjainak. Tehát a hálózati externáliák földrajzi terjedése nem a hálózat méretétől, hanem a termelt áru mennyiségétől függ (Lambiotte et al. 2008).

A hálózati externáliának alapvetően két típusát kell kiemelni: a pénzben mérhető (pecuniary externalities) és a pénzben nem mérhető hálózati externáliákat (technological externalities) (König 2015, Liebowitz–Margolis 1994). A típusok nevei is sugalmazóak, az előbbi a régió materiális, az utóbbi a régió immateriális területi kapacitásait határozza meg előnyösen vagy hátrányosan. A hálózati externália mérésével kapcsolatban számos kritika jelent már meg. Az immateriális területi források nehezen, vagy egyáltalán nem operacionalizálhatók tradicionális közgazdaságtani eljárásokkal (a csend, a szépülő táj, a tiszta levegő, a nyugalom nem mérhető ökonometriai módszerekkel), azonban az immateriális területi kapacitások és a gazdasági hálózatok kölcsönhatása SpNA-módszerrel viszonylag jól vizsgálható; az előző bírálatok így már csak részben érvényesek (Okabe et al. 2006, O’Sullivan–Unwin 2010, Törnroos et al. 2017).

Egy üzleti hálózat materiális és immateriális externáliáinak több jó példája is ismert. Néhány éve Új-Zélandon agrártermelők formális hálózatot alkottak (versenytársak együttműködését kooperációnak nevezzük) egy közös, új, fedett piacot építettek ki, hogy ott értékesítsék termékeiket a fizetőképes fogyasztók számára (Lawson et al. 2008). Az új piacépület felépítésének közös finanszírozása mellett a rivális vállalkozók a közös árubeszerzésben és áru fuvarozásban kooperálnak, ezzel kiadásait és beszerzési árakat csökkentik, vállalati megtakarításaik nőnek és a profitráta is javul. Az új piacok hozzájárulnak egyrészt az anyagi, materiális javak felhalmozásához, másrészt a tájkép, a tisztaság, a jó közérzet, a komfortosabb vásárlás az immateriális javak fejlődését segítik elő. Továbbá jellemző, hogy az új piacterek közösségi térként is szolgálnak, a boltok bezárását követően szívesen találkoznak a lokális társadalom tagjai ezekben a plázyszerű létesítményekben. Az így kialakuló helyi kapcsolati tőke és erősödő társadalmi integráció szerves része az immateriális területi

kapacitásoknak, ami a gazdasági hálózat egyik produktuma, azaz hálózati externáliaként definiálható.

Ideális esetben hálózatosodás révén a vállalkozások profitrátája emelkedik és a helyi fogyasztók hasznossága is javul. Az új piacépületek a település attrakciójává válnak és közösségi térként is funkcionálnak, kielégítve ezzel a helyi lakosok szocio-kulturális igényeit (immateriális kapacitások). Ez nem egy elszigetelt jelenség, napjainkban ehhez hasonló folyamat megy végbe több (ír, brit, skandináv, olasz és lengyel) régióban is (Bestwick 2014, Czapiewski–Wójcik 2014, O’Shaughnessy–Enright 2014, Ratajczak–Mrozek 2017).

A hálózati externáliák a hálózati termékeken keresztül terjednek. Ha ez egy immobilis létesítmény (lásd az új-zélandi piacépület példáját), akkor ennek befolyása földrajzilag viszonylag kicsi, mivel az épülethez közel élők valószínűleg sokszor, az épülettől távol élők valószínűleg ritkán vagy akár sohasem fognak részesülni a hálózati externáliából. Ha a hálózat által termelt áru mobil, import-export piacon kapható (kooperatív hálózat fejlesztette ki a Blu-Ray lemezeket, ami szerte a világon megvásárolható), akkor a hálózati externáliák akár adminisztratív határokon is átívelnek. Ha a hálózati produktum nem mozgatható, akkor annak externáliái relatíve kevés számú *NAN*-t érnek el, és fordítva. A *NAN* értéke vélhetően alacsony, ha a hálózati termék immobilis, de magas, ha a hálózat által létrehozott termék mobil.

Általánosságban megállapítható, hogy a gazdasági hálózatok pénzben nem mérhető pozitív externáliái közé sorolható, ha a hálózatosodás miatt átalakul a térségben a turisztikai desztinációk versenyképessége, a régió miliője, a lakosok attitűdje, mentalitása és habitusa, a lakókörnyezet struktúrája. Ugyanakkor, megjelennek és elterjednek új technológiák, környezettudatos és okos (smart) megoldások általánossá válnak, új ismeretek és képességek formálódnak, fontossá válik a tudatos vásárlás. (Liebowitz–Margolis 1994, Törnroos et al. 2017).

A gazdasági hálózatok externáliáinak elemzése ezen a ponton még összetettebbé válik, ugyanis meg kell különböztetni a materiális és immateriális externáliák közvetlen és közvetett típusait is (Katz–Shapiro 1985, Farrell–Saloner 1985, Church–Gandal 1992). Az externáliák közvetett és közvetlen formái az időtényezővel állnak kapcsolatban.

A *közvetlen materiális hálózati externália* azt jelenti, hogy a hálózati externáliák rövid időn belül meghatározzák a hálózati externáliákból részesülők kiadásait. Például, a vállalkozási együttműködés révén javul a méretgazdaságosság, a cégek alacsonyabb áron szerzik be termékeiket, a vásárlók olcsóbban jutnak hozzá a javakhoz (Burger–Meijers 2016, Taner–Kara 2016).

A *közvetlen immateriális hálózati externáliák* akkor alakulnak ki, ha a hálózati externáliák rövid időn belül meghatározzák az externáliákból részesülők nem pénzügyi helyzetét. Egy zárt, modern piacépület építése lehetővé teszi, hogy egy kistelephelyen a zajsínt csökkenjen, a komfortérzet javuljon, a térstruktúra jobb kihasználása közösségi terek megjelenéséhez vezessen (Gehl 2014).

Közvetett materiális hálózati externáliákról akkor beszélünk, ha a hálózati externáliák relatíve hosszú idő után határozzák meg az externáliákból részesülők kiadásait (materiális javak).

A *közvetett immateriális hálózati externáliák* arra utalnak, hogy a hálózati externáliák relatíve hosszú idő után határozzák meg az externáliákból részesülők szocioökonomiai pozícióját (immateriális javak) (Okabe et al. 2006, Katz–Shapiro 1985, Liebowitz–Margolis 1994, Ratajczak–Mrozek 2017, Taner–Kara 2016).

EX_N komponensei:

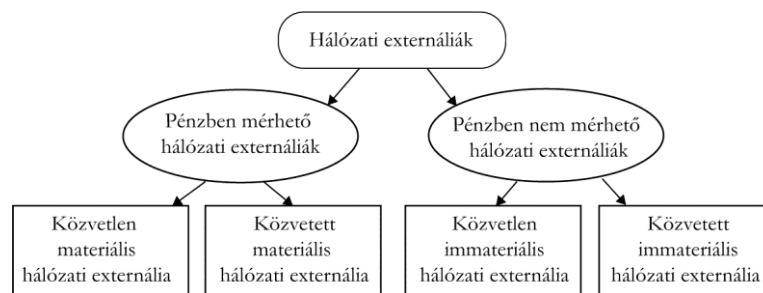
$$EX_N \begin{cases} EX_N^{dm} \\ EX_N^{di} \\ EX_N^{im} \\ EX_N^{ii} \end{cases} \quad (2)$$

ahol dm a közvetlen materiális (direct material), di a közvetlen immateriális (direct immaterial), im a közvetett materiális (indirect material) és ii a közvetett immateriális (indirect immaterial) hálózati externáliákat jelenti.

Az 1. ábra összefoglalja, hogy egy gazdasági hálózat externáliának milyen térbeli megjelenési formái lehetnek.

1. ábra

A gazdasági hálózati externáliák területi megjelenési formái Spatial classifications of externalities of the economic networks



Forrás: Saját szerkesztés Katz–Shapiro (1985), Liebowitz–Margolis (1994), Ratajczak–Mrozek (2017), Taner–Kara (2016) alapján.

A hálózati externáliák és hatások lehetnek pozitívak és negatívak is. A negatív hálózati externáliák és hatások többletköltséget és deficitet, a pozitívak megtakarítást, hasznosságot eredményeznek a hálózat által lefedett térségben. Metcalfe törvénye szerint egy gazdasági hálózat annál értékesebb, minél többen részesülnek pozitív hatásaiból és externáliáiból (Jackson 2016, Liebowitz–Margolis 1994, Metcalfe et al. 2015). Ez fordítva is igaz, ha negatív hálózati externáliák és hatások terjednek el,

akkor az üzleti hálózat abban az esetben okozza a legkisebb kárt, ha minél kevesebb szereplőhöz jut el. Egyáltalán nem egyszerű megállapítani, hogy bizonyos externália kinek előnyös és kinek káros. Például „egy duzzasztómű a környéken élő földtulajdonosok számára öntözési lehetőséget teremthet, a kialakított tó pedig felértékelheti a pihenésre alkalmas ingatlanokat, miközben a gát megnehezíti (költségesebbé teszi) a hajóforgalmat, a folyó alsóbb szakaszán pedig a halak mozgásának korlátozása miatt lecsökkent halmennyiség okozhat gondot a halászoknak” (Lengyel–Mozsár 2002, 3. old.). A pozitív és a negatív hálózati externáliák megkülönböztetése különösen nagy gondosságot és körültekintést igényel az empirikus mérés során.

A hálózati externáliák intenzitása

Az üzleti hálózatok externáliái eltérő intenzitással (intensity of network externalities: In_{Ex_N}) jelenhetnek meg adott térségben. A hálózati externáliák *intenzitásának* vizsgálatánál Hall (2006) és Liebowitz–Margolis (1994) megkülönbözteti az inframarginális és a marginális externáliákat. Az előbbi azt jelenti, hogy a hálózati externáliák kismértékben, az utóbbi, hogy a hálózati externáliák közvetlenül, érezhetően befolyásolják az externáliákból részesülők hasznosságát. Nem elég a hálózati externáliák jelenlétét vizsgálni adott térségben, hanem szükséges azok intenzitását, erejét is elemezni (Grau-Carles–Cuerdo-Mir 2016). Amennyiben egy gazdasági hálózat pozitív externáliáinak intenzitása magas egy adott térségben, a hálózat szociokulturális legitimitációja, lokális társadalmi beágyazódása viszonylag könnyen és gyorsan megtörténhet. Ha a pozitív externáliák intenzitása alacsony, a hálózat területi beágyazódása több kihívásba is ütközhet (Ratajczak-Mrozek 2017).

A hálózati externáliák intenzitását empirikusan longitudinális vizsgálatok keretében lehet mérni, mivel arra keressük a választ, hogy adott üzleti hálózat a hálózathoz nem tartozókra milyen komplex befolyást gyakorol időről időre. Az „ilyen volt – ilyen lett” típusú elemzések idősoros kutatásokkal végezhetőek el.

A hálózati hatásból és externáliákból részesülők száma

A hálózati mérési modell negyedik komponense a hálózati hatásból (tagjai a hálózatnak) és a hálózati externáliákból (nem tagjai a hálózatnak) részesülők száma, azaz: $NA+NaN$.

NA számát egyszerűen meg lehet határozni a hivatalos dokumentumokból, ha a gazdasági hálózat formális keretek között működik. Ha a céghálózat informális, akkor szociológiai hálózat módszerrel adekvát módon lehet felmérni, becsülni ezt az adatot (Jóna 2016).

NaN számát csak valószínűsíteni lehet kvantitatív és/vagy kvalitatív eljárásokon alapuló fogyasztói visszajelzések, értékelések alapján (Comola 2016, Solomon 2014). Ennél a komponensnél a hálózati szolgáltatást, javakat igénybe vevőket, azaz a fogyasztókat kell megkérdezni arról, hogy igénybe veszik-e a hálózati javakat (ezzel

mérhető a szolgáltatást igénybe vevők száma), mennyire voltak elégedettek a termékkel (ezzel mérhető, hogy pozitív vagy negatív externáliák terjedtek el), valamint a hálózati externáliákból részesülők állandó lakcímét is fel kell tüntetni (ezzel mérhető, hogy meddig terjed a hálózati externália).

A gazdasági hálózat komplex teljesítményének lehatárolása, területe

NA számának meghatározásánál fontos a cég telephelyét is feljegyezni, így elkészíthető a céghálózati térkép. Ugyanakkor, NAN számának becslésénél a fogyasztók állandó lakhelyét szükséges rögzíteni, mert ebből megállapítható, hogy meddig, illetve milyen távolságra terjed a hálózati externália (Kerr 2017). A NA és NAN együttes területi megoszlása megmutatja, hogy mekkora az a területegység (networked place: NP), melyen egy gazdasági hálózat komplex területi teljesítménye mérhető.

Egy gazdasági hálózat komplex teljesítményének földrajzi lehatárolásánál először NA és NAN földrajzi pozícióinak szélső pontjait kell összekötni egymással. Ezzel egy zárt alakzat jön létre, ami a hálózat által lefedett földrajzi egység (NP) kerülete. A határon belüli területen mérhető a gazdasági hálózat komplex teljesítménye, azon kívül nem. NP lehatárolását a 2. ábra szemlélteti.

2. ábra

A gazdasági hálózat komplex területi teljesítményének lehatárolása Delineation of the complex spatial performance of the economic network



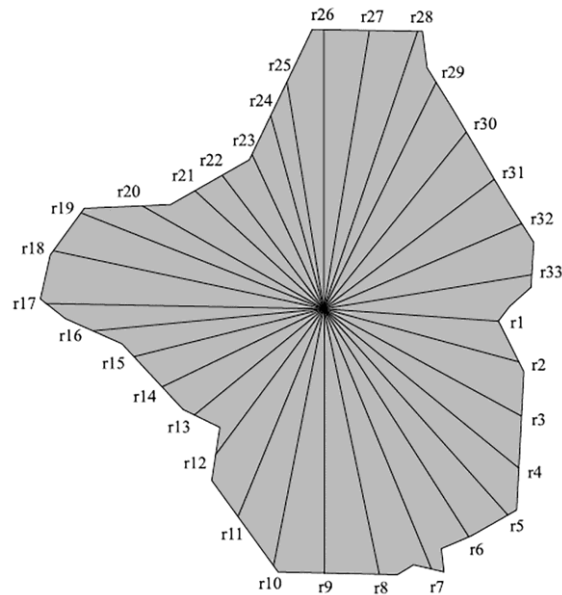
- Tagja a hálózatnak
- × Nem tagja a hálózatnak, de részesül a hálózati externáliákból
- A gazdasági hálózat komplex regionális teljesítménye

A gazdasági hálózat komplex teljesítményének lehatárolása után NP területét kell megállapítani, ami a Boyce–Clark (1964) által kidolgozott sugárirányú hanyadossal

(radial-line ratio: *RLR*) mérhető (szokták ezt Boyce–Clark-indexnek is nevezni). A sugárirányú hányados számítása azon alapszik, hogy *NP* adott pontjából kiindulva a terület egység határáig azonos szöveget bezáró sugarakat húzunk, majd ezek távolságából kiszámítható a gazdasági hálózat komplex teljesítményének területe (Berg–Timmermans 2015, Blair–Bliss 1967, McCarty et al. 2000). *RLR* mérési eljárását plasztikusan mutatja be a 3. ábra.

3. ábra

A sugárirányú hányados számítása Calculation of the radial line ratio



Forrás: Dusek–Kotosz 2016, 187. old.

Összefoglalva, először meg kell állapítani *NA* és *NAN* földrajzi elhelyezkedéseit, pontos pozícióit, majd a szélső pontok összekapcsolásával lehatárolható a gazdasági hálózat komplex teljesítménye, vagyis *NP* kerülete. Ezután, *NP* területe kiszámítható a sugárirányú hányados módszerével, melynek képlete:

$$RLR = \sum_{i=1}^n \left(\frac{r_i}{\sum_{i=1}^n r_i} \times 100 - \frac{100}{m} \right) \quad (3)$$

ahol r_i a sugár hosszát, m pedig a sugarak számát jelöli.

Az eddigieket összefoglalva

$$P_N = Ef_N + (Ex_N)(In_{Ex_N}) + (NAN + NA) + RLR. \quad (4)$$

A (4) egyenletből látható, hogy egy gazdasági hálózat komplex területi teljesítménye függ (1) a hálózati hatástól, (2) a hálózati externáliáktól, (3) a hálózati externáliák intenzitásától, (4) a hálózati hatásból és externáliákból részesülők számától, valamint (5) a hálózati teljesítmény által lefedett terület nagyságától.

Az eddigiek alapján a (4) egyenlet átalakítható:

$$P_N = \left(\sum_{i=1}^n EM \cup \sum_{i=1}^n I \right) \begin{bmatrix} EX_N^{dm} \\ EX_N^{di} \\ EX_N^{im} \\ EX_N^{ij} \end{bmatrix} (In_{EX_N}) + (NA + NAN) + \left(\sum_{i=1}^n \frac{r_i}{\sum_{i=1}^n r_i} \cdot 100 - \frac{100}{m} \right) \quad (5)$$

P_N az alábbi tartományokban a következőképpen értelmezhető:

$P_N > 0$, a gazdasági hálózat komplex területi teljesítménye javítja a régió gazdasági állapotát,

$P_N = 0$, a gazdasági hálózat nem befolyásolja a régió gazdasági állapotát,

$P_N < 0$, a gazdasági hálózat komplex területi teljesítménye rontja a régió gazdasági állapotát.

Ezzel a hálózati mérési modellel keresztmetszeti és longitudinális kutatások is végezhetők. Ha a hálózati adatbázis idősoros elemzésre is lehetőséget ad, akkor $P_{N_{t1}}, P_{N_{t2}}, P_{N_{t3}}, \dots, P_{N_{tm}}$.

Összegzés

A tanulmányban az SpNA- és a térökonometriai eljárások szintetizálásán alapuló új hálózati mérési modell tulajdonságait vázoltuk fel. A modell alkalmazásával empirikusan mérhetővé válhat egy gazdasági hálózat adott térségre gyakorolt komplex, többretű teljesítménye.

A modell erőssége, hogy nemcsak a vállalatok (csúcspontok) és a köztük található összekötő élek (vállalközi interakciók) kölcsönhatását veszi figyelembe, hanem azt a földrajzi egységet is, ahol maga a hálózat létrejött. Ugyanakkor a modell megfelelően méri a csomópontok térbeli koncentrációját és szétszórtságát (hol sűrűsödnek és ritkulnak a csomópontok, mely térségben található gócpontok), a hálózat centrum-periféria területi tagoltságát. Továbbá a hálózati dinamika, a kapcsolatháló evolúciója és a partnerségi viszonyrendszerek térbeli alakulását is képes nyomon követni, ha rendelkezésre áll megfelelő hálózati adatbázis. Végül a modell a hálózati hatást is tudományos pontossággal méri; nemcsak az immateriális, hanem a materiális területi kapacitásokat is figyelembe veszi.

Megállapíthatjuk a modell határait, gyengeségeit is. A hálózati externáliák fogyasztóinak földrajzi pozícióját (NAN) nem lehet pontosan meghatározni, így az

externáliákból részesülő területi allokációját is csak becsülni lehet. Logikus, hogy a hálózati teljesítmény által lefedett földrajzi egység lehatárolása (ami *NA* telephelycímén és *NAN* állandó lakóhely címen alapszik) sem lehet teljesen pontos.

A korlátok felismerése ellenére a modell tesztelhető, tudományos kutatások mellett hozzájárulhat a területi tervezők és a gazdaságfejlesztéssel foglalkozók gyakorlati munkájához. A gyakorlati szakemberek munkáját ez a modell abban segíti, hogy kvantifikálható, számszerűsíthető formában mutatja meg, hogy egy gazdasági hálózat milyen mértékben határozza meg a gazdasági fejlődés trendjét a vizsgált térségben. Helyi gazdaságélénkítő szcenáriók készítésénél választ ad arra a kérdésre, hogy mely hálózati elemeket, milyen mértékben és formában érdemes támogatni a lokális gazdasági növekedés érdekében. Végül a területi politika finanszírozásának allokációjában és redisztribúciójában is közvetlen segítséget nyújthat.

Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj támogatásával készült. A szerző köszönetét fejezi ki Kertész Jánosnak (CEU) és a két anonim lektornak a konstruktív megjegyzéseikért.

IRODALOM

- AMRAN, A.–OOI, S. K.–NEJATI, M.–ZULKAFLI, A. H.–LIM, B. A. (2012): Relationship of firm attributes, ownership structure and business network on climate change efforts *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 19 (5): 406–414. <https://doi.org/10.1080/13504509.2012.720292>
- BAILEY, T. C.–GATRELL, A. C. (1995): *Interactive spatial data analysis* Longman Scientific and Technical, Burt Hill.
- BARETTA, A. (2008): The functioning of coopetition in the health care sector *Scandinavian Journal of Management* 24 (3): 209–220. <https://doi.org/10.1016/j.scaman.2008.03.005>
- BARTHÉLEMY, M. (2011): Spatial networks *Physics Reports* 499 (1-3): 1–101. <https://doi.org/10.1016/j.physrep.2010.11.002>
- BARTHÉLEMY, M. (2016): *The structure and dynamics of cities* Cambridge University Press, Cambridge.
- BERG, VAN DEN P.–TIMMERMANS, H. (2015): A multi-level path analysis of social networks and social interactions in the neighborhood *Region* (2) 1: 55–66. <https://doi.org/10.18335/region.v2i1.32>
- BESTWICK, S. (2014): Class conflict and social change in the British countryside In.: KASABOV, E. (ed.): *Rural cooperation in Europe* pp. 101–120., Palgrave Macmillan, London.
- BLAIR, D. J.–BLISS, T. H. (1967): The measurement of shape in geography *Bulletin of Quantitative Data for Geographers* No. 11. Department of Geography, Nottingham University.
- BOYCE, R. R.–CLARK, W. A. V. (1964): The concept of shape in geography *Geographical Review* 55: 561–572.

- BUHL, J.–GAUTRAIS, J.–REEVES, N.–SOLÉ, R. V.–VALVERDE, S.–KUNTZ, P.–THERAULAZ, G. (2006): Topological patterns in street networks of self-organized urban settlements *Physical Journal B* 49 (4): 513–522. <https://doi.org/10.1140/epjb/e2006-00085-1>
- BURGER, M. J.–MEIJERS, E. J. (2016): Agglomerations and the rise of urban network externalities *Papers in Regional Science* (95) 1: 5–16. <https://doi.org/10.1111/pirs.12223>
- CARDILLO, A.–SCELLATO, S.–LATORA, V.–PORTA, S. (2006): Structural properties of planar graphs of urban street patterns *Physical Review E* 73: 66–107. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.73.066107>
- CARFI, D.–DONATO, A. (2016): A critical analytic survey of an Asymmetric R&D Alliance in Pharmaceutical industry: bi-parametric study case *Journal of Mathematical Economics and Finance* (2) 1: 21–57. [https://doi.org/10.14505//jmef.v2.2\(3\).03](https://doi.org/10.14505//jmef.v2.2(3).03)
- CHURCH, J.–GANDAL, N. (1992): Network effects, provision and standardization *Journal of Industrial Economics* 60 (1): 85–104. <https://doi.org/10.2307/2950628>
- COMOLA, M. (2016): *Estimating local network externalities* SSNR Working Paper.
- CORRADO, L.–FINGLETON, B. (2012): Where is the economics in the spatial econometrics? *Journal of Regional Science* (52) 2: 210–239. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.2011.00726.x>
- CZAPIEWSKI, K.–WÓJCIK, M. (2014): Toward a post-structuralist and cultural turn in researching rurality in Poland In: KASABOV, E. (ed.): *Rural cooperation in Europe* pp. 231–265., Palgrave Macmillan, London.
- DABROWSKY, M. (2014): Towards place-based regional and local development strategies in Central and Eastern Europe *Local Economy* 29 (4-5): 378–393. <https://doi.org/10.1177/0269094214535715>
- DAGNINO, G. B. (2009): Coopetition strategy: a new type of interfirm dynamics for value creation. In.: DAGNINO, G. B.–ROCCO, E. (eds.): *Coopetition strategy: theory, experiments and cases* pp. 25–43. Routledge, London.
- DUSEK, T.–KOTOSZ, B. (2016): *Területi statisztika* Akadémiai Kiadó, Budapest.
- EBRASHI, R. E. (2017): Topology of growth strategies and the role of social venture's intangible resources *Journal of Small Business and Enterprise Development* 2: 45–62. <https://doi.org/10.1108/JSBED-03-2017-0104>
- ECONOMIDES, N. (1996): Network externalities, complementarities, and invitations to enter *European Journal of Political Economy* 12 (2): 211–232. [https://doi.org/10.1016/0176-2680\(95\)00014-3](https://doi.org/10.1016/0176-2680(95)00014-3)
- FARRELL, J.–SALONER, G. (1985): Standardization, compatibility and innovation *Rand Journal of Economics* 16 (1): 70–83. <https://doi.org/10.2307/2555589>
- GASTNER, M. T.–NEWMAN, M. E. J. (2006): Optimal design of spatial distribution networks *Physical Review E* 74: 161–117. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.74.016117>
- GEHL, J. (2014): *Élhető városok* TERC Kiadó, Budapest.
- GOYAL, S. (2007): *Connections: An Introduction to the Economics of Networks* Princeton University Press, Princeton.
- GRAU-CARLES, P.–CUERDO-MIR, M. (2016): Using network theory to detect dominant cartel firm *Journal of Competition Law and Economics* 12 (3): 541–556. <https://doi.org/10.1093/joclec/nhw016>

- GUMIERÁ, R.–MOSSA, S.–TURTSCHI, A.–AMARAL, L. A. N. (2005): The worldwide air transportation network: Anomalous centrality, community structure, and cities' global roles *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* 102 (22): 7794–7799. <https://doi.org/10.1073/pnas.0407994102>
- HALL, J. C. (2006): Positive externalities and government involvement in education *Journal of Private Enterprises* 21 (2): 165–175.
- ISHIWATA, A.–MATOUS, P.–TODO, Y. (2014): *Effects of business networks on firm growth in a cluster of microenterprises* Research Institute of Economy, Discussion Paper 14-E-014., Tokyo.
- JACKSON, M. O. (2008): *Social and Economic Networks* Princeton University Press, Princeton.
- JACKSON, M. O. (2016): Past and future of network analysis in economics In: BRAMOULLÉ, Y.–GALEOTTI, A.–ROGERS, B. W. (eds.): *The Oxford Handbook of the Economics of Networks* pp. 71–82., Oxford University Press, Oxford.
- JÁROSI, P. (2017): Modelling network interdependencies of regional economies using spatial econometrics techniques *Regional Statistics* (7) 1: 3–16. <https://doi.org/10.15196/RS07101>
- JÓNA, GY. (2016): A kooperatív kv-hálózatok területi dimenziói és hatásai *Területi Statisztika* 56 (1): 66–88. <https://doi.org/10.15196/TS560105>
- JÓNA, GY. (2017): Versenyársak együttműködésének hatása a regionális fejlődésre *Közgazdasági Szemle* 64 (1): 54–73. <http://dx.doi.org/10.18414/Ksz.2017.1.54>
- JUNGNICKEL, D. (1999): *Graphs, networks and algorithms* Springer, Berlin.
- KATZ, M. L.–SHAPIRO, C. (1985): Network externalities, competition and compatibility *American Economic Review* 75 (3): 424–440.
- KERR, A. (2017): *Global Games. Production, Circulation and Policy in the Networked Area* Routledge, New York.
- KNIEPS, G. (2015): *Network Economics* Springer, Heidelberg.
- KÖNIG, M. (2015): The formation of networks with local spillovers and limited observability *Theoretical Economics* 11 (3): 813–863. <https://doi.org/10.3982/TE1524>
- KURANT, M.–THIRAN, P. (2006): Extraction and analysis of traffic and topologies of transportation networks *Physic Review E* 74: 36–114. <http://dx.doi.org/10.1103/PhysRevE.74.036114>
- LAMBIOTTE, R.–BLONDEL, V. D.–KERCHOVE, C. DE–HUENS, E.–PRIEUR, C.–SMOREDA, Z.–DOOREN, P. VAN (2008): Geographical dispersal of mobile communication networks *Physica A* 387: 5317–5325. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2008.05.014>
- LAWSON, R.–GUTHRIE, J.–CAMERON, A.–FISCHER, W. C. (2008): Creating value through cooperation *British Food Journal* 110 (1): 11–25. <https://doi.org/10.1108/00070700810844768>
- LENGYEL, I.–MOZSÁR, F. (2002): Külső gazdasági hatások (externáliák) térbelisége *Tér és Társadalom* 16 (2): 1–20.
- LEVINSON, D. M. (1998): *An economic analysis of network deployment and application to road pricing* Berkley University, California.
- LI, Y.–WU, C.–GÜLSEN, G.–WANG, J. (2015): Network structure, perception level, and participant's welfares *Complexity* 21 (1): 349–362. <https://doi.org/10.1002/cplx.21570>

- LIEBOWITZ, S. J.–MARGOLIS, S. E. (1994): Network externalities: an uncommon tragedy *Journal of Economic Perspectives* 8 (2): 133–150.
- MCCARTY, C.–KILLWOTH, P. D.–BERNARD, H. R.–JOHNSEN, E. C.–SHELLEY, G. A. (2000): Comparing two methods for estimating network size *Human Organization* 60 (1): 28–39.
- MEIJERS, E. (2005): Polycentric urban regions and the quest for synergy *Urban Studies* 42 (4): 765–781. <https://doi.org/10.1080/00420980500060384>
- METCALFE, K.–VAUGHAN, G.–VAZ, S.–SMITH, J.R. (2015): Spatial, socio-economic, and ecological implication of incorporating minimum size constraints in marine protected area network design *Conservation Biology* 29 (6): 1615–1625. <https://doi.org/10.1111/cobi.12571>
- NEWMAN, M. (2000): *Networks: an introduction* Oxford University Press, Oxford.
- NGOWI, A. B.–PIENAAR, E. (2005): Trust factor in construction alliances *Building Research and Information* 33 (3): 267–278. <https://doi.org/10.1080/09613210500042895>
- O'SHAUGHNESSY, M.–ENRIGHT, P. (2014): Institutional cooperation and service delivery in rural Ireland In: KASABOV, E. (ed.): *Rural Cooperation in Europe* pp. 49–67., Palgrave Macmillan, London.
- O'SULLIVAN, D.–UNWIN, D. J. (2010): *Geographic Information System* Wiley, Hoboken.
- O'SULLIVAN, D. (2014): Spatial network analysis In: FISCHER, M. M.–NIJKAMP, P. (eds.): *Handbook of Regional Science* pp. 1253–1273., Springer-Verlag, Berlin.
- OKABE, A.–OKUNUKI, K.–SHIODE, S. (2006): SANET: A toolbox for spatial analysis on a network *Geographical Analysis* 38 (1): 57–66. <https://doi.org/10.1111/j.0016-7363.2005.00674.x>
- OSARENKHOE, A. (2010): A coepetition strategy *Business Strategy Series* 11 (6): 343–362. <https://doi.org/10.1108/17515631011093052>
- PÁLÓCZI, G. (2016): Researching commuting to work using the methods of complex network analysis *Regional Statistics* (6) 1: 3–22. <https://doi.org/10.15196/RS06101>
- PASTOR-SATORRAS, R.–VESPIGNANI, A. (2003): *Evolution and structure of the Internet: A statistical physics approach* Cambridge University Press, Cambridge.
- RATAJCZAK-MROZEK, M. (2017): *Network embeddedness* Palgrave Macmillan, Cham.
- RUNIONS, A.–FUHRER, A. M.–FEDERL, P.–LANE, B.–LAGAN-ROLLAND, A.–G.–PRUSINKIEWICZ, P. (2005): Modeling and visualization of leaf venation patterns *ACM Transactions on Graphics* 24 (3):702–711. <https://doi.org/10.1145/1186822.1073251>
- SCHEURER, J.–CURTIS, C. (2008): *Spatial network analysis of multimodal transport system* Research Monograph, Melbourne.
- SCHNERNGELL, T. (eds.) (2014): *The geography of networks and R&D collaborations* Springer, Heidelberg.
- SOLOMON, M. R. (2014): *Consumer behavior: buying, having and being* Harvard University Press, Cambridge, MA.
- STONE, T. (2017): International outsourcing and the global value chain In: KARLSSON, C.–ANDERSSON, M.–BJERKE, L. (eds.): *Geographies of growth* pp. 265–298., Edward Elgar, Massachusetts.

- TANER, M. R.–KARA, B. Y. (2016): Endogenous effects of hubbing on flow intensities *Networks and Spatial Economics* 16 (4): 1151–1181. <https://doi.org/10.1007/s11067-015-9314-6>
- TÖRNROOS, J.–HALINEN, A.–MEDLIN, C. J. (2017): Dimension of space in business network research *Industrial Marketing Management*, 61: 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2016.06.008>
- VEGA-REDONDO, F. (1996): *Evolution, games, and economic behaviour* Oxford Press, Oxford.
- WEST, G. B.–BROWN, J. H. (2003): The origin of allometric scaling laws in biology from genomes to ecosystems: Towards a quantitative unifying theory of biological structure and organization *Journal of Experimental Biology* 208: 1575–1592. <https://doi.org/10.1242/jeb.01589>
- ZHANG, Y.–DU, X. (2017): Network effects on strategic interactions *Journal of Economic behavior and Organization* 143: 133–146. <https://doi.org/10.1016/j.jebo.2017.08.017>