

VARGA ATTILA–PARAG ANDREA

Egyetemi tudástranszfer és a nemzetközi
kutatási hálózatok szerkezete

Az egyetemektől az ipari innovációig áramló tudástranszfer földrajza napjaink közgazdasági szakirodalmának széles körben kutatott témája. A vizsgálatok egyik meghatározó eredményeként említhető, hogy az egyetemek és az ipar közötti lokális tudásáramlás hatékonyságát számos külső tényező – mint például az agglomeráció, a vállalkozói környezet vagy a helyi üzleti kultúra – is befolyásolja. Az egyetemek nemzetközi kutatói hálózatokba való beágyazottsága és az egyetemekről származó tudás szétterjedése közötti kapcsolat vizsgálata viszont újdonság a közgazdasági szakirodalomban. A kutatói produktivitás és a tudományos hálózatokhoz való tartozás között szoros összefüggés fedezhető fel. A hálózatok és a szabadalmak közötti kapcsolatok ígéretes témát szolgáltatnak az elemzések számára. Tanulmányunk a nemzetközi publikációk szerzőit magában foglaló hálózatok szerkezetének (például koncentráció, méret, integráltság) az egyetemi szabadalmakra vonatkozó hatását vizsgálja a tudás-termelési függvény alkalmazásával a Pécsi Tudományegyetem különböző egységeiről gyűjtött adatokra támaszkodva.*

Journal of Economic Literature (JEL) kód: O3, R1, R58.

Szakirodalmi áttekintés

Két fő okra vezethető vissza, hogy az egyetemi tudástranszfer – vagyis az egyetemen felhalmozódott tudományos-műszaki tudás ipari innovációkba való áramlásának – empirikus kutatása az 1980-as évek végétől a közgazdaságtudomány érdeklődésének középpontjába került. Az első ok az endogén növekedésemélet (Romer [1986], [1990]) és az új gazdaságföldrajz rohamosan bővülő irodalmához (Krugman [1991]) köthető. Ezen elméletek gyakorlati relevanciája ugyanis a tudásátzivárgás (spillover) létezésének és jelentőségének empirikus vizsgálata nélkül nehezen támaztható alá. A második ok az úgynevezett „egyetemekre alapozott regionális fejlődés”¹ előmozdítását célzó gazdaságpolitikai eszközrendszerek iránti széles körű érdeklődéshez kapcsolható (Isserman [1994], Reamer és szerzőtársai [2003]). Az egyetemi tudástranszfer földrajzi kiterjedése különös figyelmet kapott a kutatások során. A helyi tudásátzivárgás – mint az aggro-

*A tanulmány a CrosboR&D Interreg SL-HU-CR/05/4012-106/2004/01/HU-12. számú és a Versenyképes integráció az Európai Kutatási Térségbe (Verinekt) KF-30-3372/2004. számú NKFP-projekt támogatásával jött létre és a bővebb, angol nyelvű változat Varga–Parag [2009] alapján készült.

¹ A jelenséget először például a Szilícium-völgyben vagy a Boston környéki csúcstechnológiai övezetben természetes módon kialakult úgynevezett 128-as út esetében lehetett megfigyelni.

Varga Attila egyetemi tanár, az MTA doktora, intézetigazgató, PTE Közgazdaságtudományi Kar Közgazdasági és Regionális Tudományok Intézete.

Parag Andrea tanársegéd, PTE Közgazdaságtudományi Kar Közgazdasági és Regionális Tudományok Intézete.

merációs externáliák egyik típusa – tanulmányozása ugyanis jól illeszkedik mind az elméleti, mind az empirikus közgazdászok kutatási irányvonalába. A földrajzilag behatárolt tudásáramlás természetének megismerése pedig – azáltal, hogy a tudásáramlás meghatározó lehet a regionális fejlődésben – a gazdaságpolitikai döntéshozók számára is kiemelt jelentőséget kapott.

Az egyetemi tudástranszfer területi kiterjedése és azok a tényezők, amelyek meghatározzák a természettudományi-műszaki tudás regionális ipari alkalmazásokba való áramlásának mértékét, az elmúlt két évtized során széles körben kutatott területekké léptek elő (Varga [2004], Goldstein [2009]). Az egyetemi tudástranszfer földrajzának vizsgálatára két megközelítés alakult ki az irodalomban. A tanulmányok egyik csoportja a kutatás-fejlesztés, illetve a magas technológiai igényű termelés telephelyválasztását és ezen belül az egyetemek szerepét vizsgálja, míg a tanulmányok másik csoportja az egyetemi technológiatranszfer térbeli kiterjedését ökonometriai módszerekkel kutatja. Esettanulmányok, felmérések, leíró jellegű tanulmányok és ökonometriai elemzések bizonyítják, hogy az egyetemek hatása a fejlett ipari technológia területi elhelyezkedésére nem egyforma, hanem nagyon különböző lehet ipari szektoronként, továbbá tulajdoni forma, cég-, valamint városméret szerint is (Malecki–Bradbury [1992], Florax [1992], Audretsch–Stephan [1996], Sivantidou–Sivitanides [1995]). A tudástranszfer földrajzára koncentráció tanuló tanulmányok szerint pedig az egyetemről származó tudás ipari innovációkba való „átszivárgása” igen nagy mértékben helyi jelenség, mivel a tudásátszivárgás erőssége a térbeli távolság növekedésével fordított arányban áll (Jaffe és szerzőtársai [1993], Feldman [1994a], Audretsch–Feldman [1996], Varga [1998], Acs–Anselin–Varga [2002]). Ez a megállapítás alátámasztja a hallgatólagos (tacit) tudásátadás helyi természetére vonatkozó feltételezést, bár a vizsgálatok azt bizonyítják, hogy az iparágak között figyelemre méltó különbségek fedezhetők fel.

Bár az egyetemi tudástranszfert kutató irodalom döntő része a földrajzi megközelítést helyezi előtérbe, számos, az utóbbi években publikált tanulmány mutat rá arra, hogy a pusztán térbeli közelségen kívül több más helyi tényezőnek is meghatározó szerepe van. E tényezők jelentőségének megértése a hatékony regionális gazdaságpolitikai eszközrendszer kidolgozása szempontjából legalább olyan lényeges, mint a tudásterjedés térbeli természetének megismerése. Breschi–Lissoni (2007) arra világít rá, hogy a tudás nagy része a feltalálók közötti helyi társadalmi hálózatokon keresztül terjed. E hálózati kapcsolatok kialakulását viszont számtalan kulturális tényező befolyásolja, amint arra például Saxenian [1994] vagy Fischer és szerzőtársai [2001], valamint Feldman–Desrochers [2004] rámutat. Egy másik, a kultúra által is meghatározott jelenség, a vállalkozási készség jelenléte is döntő lehet az egyetemi tudástranszfer régiók közötti különbségeinek magyarázata során, amint azt például Acs–Varga [2005], Inzelt–Szerb [2006], Mueller [2006], illetve Koo [2007] munkái is tanúsítják.

Az innovációban részt vevők (ipari vállalatok, üzleti szolgáltatók, kutatólaboratóriumok) térbeli koncentrációja szintén meghatározó abban a tekintetben, hogy az egyetemen felhalmozódott tudás milyen mértékben válik a helyi vállalatok technológiai fejlődésének előmozdítójává (Feldman [1994b], Koo [2005], Goldstein–Drucker [2006]). Amerikai adatbázis felhasználásával Varga [2000] bizonyítja, hogy hasonló nagyságú egyetemi kutatási kiadások jóval nagyobb számú ipari innovációt eredményeznek a csúcstechnológia nagy agglomerációiban, mint a relatíve kisebb városrégiókban.

A szakirodalomban az egyetemi tudástranszferre ható tényezők közül a tudományos hálózatok szerepének vizsgálata még csak a kezdeti lépéseknél tart. A különböző formákban (együttműködésen alapuló projektek, társszerzőség publikációk készítésében vagy kevésbé formális találkozások konferenciákon, szemináriumokon) kialakuló tudományos hálózat – a kölcsönös tanulás, az információmegosztás és -megszerzés, továbbá a figyelemfel-

keltés és -fenntartás által – megszokott eszköze a tudomány fejlődésének. A kutatások területén növekvő specializáció és verseny, valamint a gyors technológiai fejlődés – amely hozzájárul a nagy földrajzi távolságban élő tudósok közötti kapcsolatok fenntartásához és kiszélesítéséhez – lehetővé, de egyúttal elkerülhetetlenné is teszik azt, hogy a nemzetközi együttműködés a magas szintű kutatások hatékonyságának kulcs tényezőjévé váljék.

A kutatói hálózatok nemcsak a tudományos aktivitást erősítik, hanem az egyetemektől az iparhoz áramló tudástranszfer intenzitását, minőségét is. *Franzoni–Lissoni* [2009] is hangsúlyozza, hogy a tudományos érdem és az elméleti tudás transzferálásából [szabadalmak vagy kipörgetett (*spin-off*) cégek alapítása révén] származó siker nem zárják ki szükségszerűen egymást: nagy számban kerülnek ki sikeres vállalkozók olyan kutatók közül, akiknek tudományos múltja briliáns. *Goldstein és szerzőtársai* [1995] pedig arra világítanak rá, hogy az egyetemek olyan kulcs szereplőkként jelenhetnek meg, amelyek a nemzetközi tudományos hálózatokban felhalmozódott tudományos-technológiai ismereteket közvetítik a regionális iparba a helyi tudásáramlás különböző mechanizmusain keresztül (például szabadalmakon, technológiaértékesítésen, kipörgetett formációkon, tanácsadáson, részvételen alapuló K+F együttműködésekén keresztül).

Ily módon az egyetemek interregionális/nemzetközi tudományos hálózatokba való beágyazottságának milyensége a tudástranszferben érzékelt különbségek fontos magyarázatául szolgálhat. Ugyanakkora összegű egyetemi kutatási kiadás, *ceteris paribus*, különböző tudásáramlási szintekhez vezethet annak függvényében, hogy az egyes egyetemek mennyire integrálódnak a tudományos hálózatokba. Következésképpen annak vizsgálata, hogy a kutatási hálózatokban való részvétel milyen mértékben határozza meg az egyetemek tudástranszferben elért sikereit, valóban lényeges kérdés. A fő ok, amiért a nemzetközi kutatói hálózatok ilyen irányú hatását eddig még nem vizsgálták módszeresen, abban rejlik, hogy az ökonometria becslések során a kutatók technikai akadályokba ütköztek. A térökonometria modellek eszköztárához tartozó súlymátrixok (mint például a távolság inverze szerinti mátrixok, ahogyan azt többek között *Anselin–Varga–Acs* [1997] alkalmazta) jelentették ugyanis az egyetlen lehetőséget az innováció kutatásában, az utóbbi időben rohamosan terjedő társadalmihálózat-elemzés (SNA) módszerének megjelenéséig (lásd *Coulon* [2005], *Ozman* [2006]). E – napjainkban egyre szélesebb körben elterjedt, már igen sok tudományterületen használt – metodika viszont a korábbiaknál jóval pontosabb analízisre nyújt módot.

Néhány, az egyetemi tudástranszfert hálózati megközelítésben – a társadalmihálózat-elemzés révén – kutató, nemrég közölt tanulmány jelzi a téma iránt feléledő érdeklődést. *Maggioni és szerzőtársai* [2006] 109 európai régió NUTS-2 szintű adataira támaszkodva igazolta, hogy az EU 5. keretprogramjának projektjeiben való részvételnek pozitív hatása van a regionális innovációs aktivitásra. *Ponds és szerzőtársai* [2007] pedig jelentős interregionális kutatói hálózati hatást mutatott ki a szabadalmakra vonatkozóan, holland területi adatok alapján.

Mindazonáltal a közelmúltban publikált tanulmányok közül egyik sem vizsgálja az egyetemi tudástranszferben a hálózatok szerkezetének szerepét, habár – amint ezt néhány, az ipari hálózatokról szóló tudományos közlemény megállapítja – a hálózatok konfigurációi közötti különbségek a technológiai fejlődés során jelentős eltéréseket generálhatnak. Itt említhetők példaként *Valente* [1995], *Cowan–Jonard* [1999], valamint *Spencer* [2003] tanulmányai, melyek a hálózat szerkezetének jelentős szerepet tulajdonítanak. *Ouimet és szerzőtársai* [2004], *Morrison–Rabellotti* [2005], továbbá *Giuliani* [2007] pedig a hálózati pozíció szerepét hangsúlyozzák. *Giuliani* [2004] szerint a hálózat sűrűsége, a kapcsolatok erőssége és a külső nyitottság is hatással van az innovációra, míg *Ahuja* [2000] kutatásai azt sugallják, hogy a strukturális lyukak csökkentik az innovációs hozamot.

Reális feltételezés tehát, hogy a kutatói hálózatok mérete és azok egyéb jellemzői (mint például az, hogy egy hálózat mennyire koncentrálódik néhány „sztár” köré, vagy az, hogy milyen a kutatói kapcsolatok intenzitása) befolyásolják az egyetemi tudástranszfert. Habár az egyetemi kutatói hálózatok méretének hatásait már vizsgálta a szakirodalom, a hálózati szerkezetre vonatkozó részletesebb kutatások – mint említettük – még hiányoznak.

Tanulmányunk a nemzetközi hálózatok szerkezetének az egyetemi tudástranszferben érvényesülő hatásait kívánja elemezni a Pécsi Tudományegyetem (PTE) különböző egységeinek nemzetközi publikációs kapcsolatrendszeréről gyűjtött adatok alapján. Tanulmányunk második részében az innovációs hálózatelemzés-irodalomban leggyakrabban használt mérőszámokra tett utalást követően bemutatjuk a PTE vizsgált egységeit befogadó nemzetközi publikációs hálózatok szerkezetét, a különböző hálózati jellemzőkre kifejlesztett indexeket és a hálózati kapcsolat minőségének mérésére kidolgozott összetett mérőszámot. Ezt követően egy kibővített tudástermelési függvény segítségével vizsgáljuk a nemzetközi hálózatok szerkezetének hatását az egyetemi szabadalmakra. Tanulmányunkat összeggel zárjuk.

A nemzetközi publikációs hálózatok szerkezete

A tanulmány arra a feltételezésre épít, hogy az egyetemek kutatói hálózatainak strukturális jellemzői szignifikánsan befolyásolják a tudástranszfert. Következésképpen még a kutatási költségvetés tekintetében hasonló egyetemek is különböző – a tudástranszfer által közvetített – gazdasági hatást gyakorolnak a kutatói hálózatok (regionális, interregionális vagy nemzetközi) eltérő szerkezeti jellemzői miatt. Ebben a fejezetben megvizsgáljuk, hogy miért nem használhatók a társadalmihálózat-elemzésben leggyakrabban alkalmazott mutatószámok az egyetemi kutatóhálózat esetében. Keressük azokat a hálózati jellemzőket, amelyek jelentős szerepet játszanak a tudástranszferben, és azt, hogy ezek miként mérhetők. Az innovációs hálózatelemzés-irodalomban leggyakrabban négy fő mutatót alkalmaznak a hálózatok leírására: sűrűség (*density*), központiség (*centrality*), közöttség (*betweenness*) és centralizáció (*centralization*). A mérőszámok részletes leírása Scott [2000] kézikönyvében megtalálható, jelen tanulmány keretei nem adnak módot ezek bemutatására. Alaposabb áttekintésük már csak azért sem indokolt, mivel használhatóságuk saját kutatásaink szempontjából erősen megkérdőjelezhető: a hálózat méretére való rendkívüli érzékenységük miatt a vizsgálatainkban szereplő, eltérő nagyságrendű kapcsolatrendszerek összehasonlítására nem alkalmasak.

A nemzetközi publikációs hálózat „értékének” mérése

Az akadémiai tudástranszfer fontos hálózati jellemzőinek meghatározása során az úgynevezett innovációs rendszerek (SI) irodalmából (például *Lundvall* [1992], *Nelson* [1993]) indulunk ki. A gazdasági szempontból hasznos új ismeretek megszerzése ugyanis elsősorban három rendszerjellemezőn múlik: a rendszerben részt vevő szereplők számán, az általuk felhalmozott tudás mennyiségén és a tudás létrejötte során tapasztalható kölcsönhatások intenzitásán. Ezek alapján a kutatási hálózatoknak az új tudás előállításában meglévő hatékonyságát három meghatározóra vezethetjük vissza: a hálózat méretére, a hálózatban részt vevő egyének szakmai tudására és kapcsolattartásuk gyakoriságára (például kutatási együttműködések, közös tanulás).

Tanulmányunkban azt feltételezzük, hogy a kutatói hálózati kapcsolatok minősége befolyásolja az egyes hálózati tagok tudományos hatékonyságát, és ezáltal az egyetemi tudástranszfert is. Hogyan határozhatjuk meg egy hálózati kapcsolat minőségét, és a kutatói

hálózat mely strukturális jellemzői befolyásolják azt? A hálózati kapcsolat minősége megmutatja a tudásnak [amely hallgatólagos (tacit) és rendszerezett tárgyi (kodifikált) tudás egyaránt lehet] és az információnak azt a mértékét, amelyhez az egyes kutatók hozzáférhetnek a hálózathoz való csatlakozás révén. Ez a hálózatban felhalmozott tudástól és a kutatóhálózaton belüli pozíciójától függ. Vagyis a hozzáférhető tudás a hálózat méretére, a hálózat tagjai által birtokolt tudásra, a tagok közötti, tudásátadással járó kapcsolattartás intenzitására és az egyes kutatók hálózaton belüli pozíciójára vezethető vissza. A nagy méret, a hálózat tagjainak magas tudásszintje és kapcsolattartásuk gyakorisága alapvető fontosságú a tudás hálózaton belüli folyamatos bővülése szempontjából (lásd részletesen az innovációs rendszerek szakirodalmát), míg a hálózatban elfoglalt pozíció kiemelkedően fontos lehet a tudáshoz való hozzáférés tekintetében.

A kutatói hálózaton belül elfoglalt pozíció a kutató tudásával (és hírnevével) vagy a kutató közvetlen hálózati partnerének tudásával (és hírnevével) hozható összefüggésbe. Szimultán kapcsolat létezik ugyanis a kutató egyéni tudása és a hálózaton belül meglévő kapcsolatainak száma között. A magasabb tudásszint elősegíti a hírnevet, amely (a nagyobb láthatóság miatt) lehetőséget nyit a kutatók számára, hogy tovább növeljék a hálózaton belüli kapcsolataik számát. Mindeközben a kapcsolatok nagyobb száma megkönnyíti azt, hogy még magasabb szintű tudáshoz férjenek hozzá, miáltal a kutatók még magasabb szintű tudást állíthatnak elő. Azt is feltesszük továbbá, hogy a kedvező hálózati pozíció pozitívan befolyásolja a kutató közvetlen hálózati partnerének pozícióját is, elsősorban azért, hogy a partner a hálózatban felhalmozott (és a jó hírnévvel rendelkező kutatónál koncentrálnak) tudáshoz könnyebben hozzájut, másodsorban pedig azért, hogy (a nagyobb láthatóság következtében) növelheti saját kapcsolatainak számát. Emiatt kevésbé eredményes tudományos kutató is hozzáférhet magas szintű tudáshoz, ha közvetlen partnere hírneves. Mindez az illető kutató számára hatékonyabb kutatást tesz lehetővé.

Így egy jobb minőségű hálózati kapcsolat növeli a kutatási hatékonyságot egyrészt közvetlenül (mivel a valóban fontos eredmények – együttműködés során történő – megszerzésének valószínűsége növekszik), másrészt közvetetten (a tanulás és újabb kapcsolatok kiépítése által). Mindezek alapján jogosan állítható, hogy a kutatói hálózat mérete, a tudásáramlással járó kapcsolatok intenzitása és a kutatók tudásszintje (beleértve a közvetlen hálózati partnerek tudását is) valóban jellemzik a hálózati kapcsolatok minőségét.

A kutatói hálózatok tudástranszferre gyakorolt hatásának empirikus elemzéséhez a Pécsi Tudományegyetem különböző kutatási egységeinek közös publikációs adatait használtuk fel. Feltételeztük, hogy a vizsgálatba bevont tudományos egységek nemzetközi kutatási hálózati kapcsolatainak minősége (melyek a nemzetközi közös publikációkkal vannak kapcsolatban) befolyásolja e kutatóegységek tudástranszfer-tevékenységét. Elemzésünk a PTE természettudományok területén elért kiemelkedő publikációs eredményeire koncentrált. Vizsgálatunk a 2000-es év publikációira terjedt ki, az adatok forrásaiként pedig a PTE könyvtára, valamint a Science Direct és az EBSCOhost publikációs adatbázisok szolgáltak. Kutatásunk középpontjába azokat a hálózatokat emeltük, amelyekkel a PTE kutatói kapcsolatban állnak, így a mintában szereplő egyetemi kutatók nemzetközi társszerzőinek kutatói hálózatáról gyűjtöttünk adatokat.

Az 1. táblázat a társszerzői hálózatok legfontosabb jellemzőit mutatja be kutatóhelyenként. A nemzetközi kutatói hálózatokat, amelyekhez a PTE kutatóhelyei kapcsolódnak, a PTE kutatóinak számával és a közvetlen szerzőtársak számával, valamint a nemzetközi kutatótársak közvetlen társszerzőinek számával jellemezzük.

Az 1. táblázat tanulsága szerint a kutatói hálózatok mérete jelentős változékonyságot mutat, azonban – az 1. ábra tanulsága szerint – a különböző hálózatok belső struktúráját még nagyobb variabilitás jellemzi. Mivel szimultán kapcsolat fedezhető fel a tudományos

1. táblázat

A mintában szereplő PTE kutatási egységek publikációs alap adatai, 2000

Kutatási egység	Nemzetközi publikációk száma	PTE-társ szerzők	PTE-intézetek nemzetközi társszerzői	PTE-intézetek nemzetközi társszerzőinek nemzetközi társszerzői
Neurológiai Klinika	4	2	19	152
Anatómiai Intézet	18	11	6	102
Biofizikai Intézet	7	6	7	54
Immunológiai és Biotechnológiai Intézet	4	3	13	77
Gyógyszerészi Kémiai Intézet	7	9	31	191
Orvosi Genetikai és Gyermekfejlődéstani Intézet	3	1	6	92
Orvosi Mikrobiológiai és Immunitástani Intézet	5	5	15	251
Idegsebészeti Klinika	5	5	10	145
Orthopaediai Klinika	7	8	12	53
Pathológiai Intézet	6	7	9	141
Gyermekgyógyászati Klinika	12	8	9	169
Farmakológiai és Farmakoterápiái Intézet	4	1	2	23
Sebészeti Klinika	3	3	10	136
Szerves- és Gyógyszerkémiai Intézet	3	2	4	57
Kísérleti Fizika Tanszék	10	3	17	104
Elméleti Fizika Tanszék	6	6	9	28

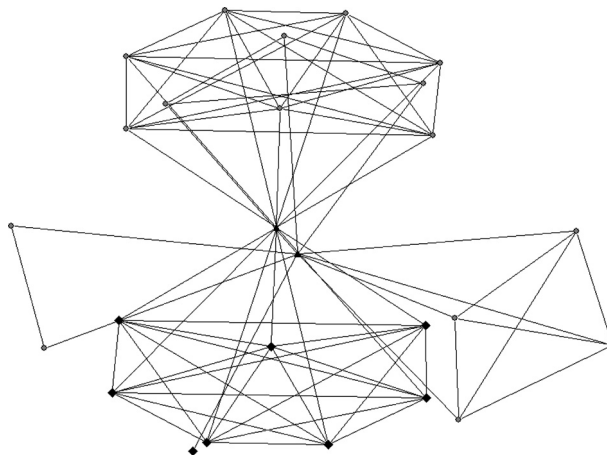
Forrás: saját szerkesztés.

kiválóság (azaz az egyes kutatók tudása) és a hálózat más tagjaival való kapcsolatok mértéke között, egy kutató kapcsolatainak száma annak tudományos hírnevét tükrözi. Adataink alapján meg tudjuk ítélni a PTE kutatóinak és közvetlen szerzőtársaiknak hálózaton belüli pozícióit. Mivel egyetlen vizsgált hálózatban sem jelennek meg központi szereplőként a PTE kutatói, elemzésünk a PTE-társ szerzők hálózaton belüli pozíciójára, a hálózat méretére és a hálózaton belüli kapcsolattartás szintjére helyezi a hangsúlyt.

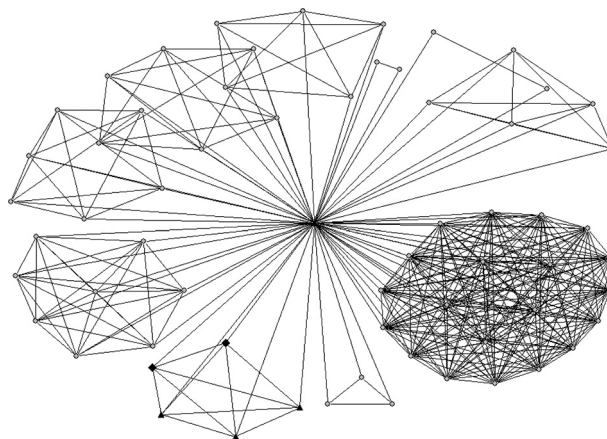
Mintánkban az egyes kutatási egységek hálózati kapcsolatainak minősége jelentős eltéréseket mutat. Némely kapcsolatot „gyenge minőségűnek” írhatunk le, mint például a Farmakológiai és Farmakoterápiái Intézet esetében [1. ábra a) része]. Itt a két közvetlen nemzetközi társszerző feltehetően kevésbé hírneves (amit kapcsolataik gyér száma jelez), és az együttműködés intenzitása sem számottevő a hálózaton belül (amit a hálózat tagjainak egymás közötti kapcsolatai mutatnak). Egy másik példaként említhetjük a Szerves- és Gyógyszerkémiai Intézetet [1. ábra b) része], ahol az egyik közvetlen nemzetközi kutatónak számos kapcsolata van, de a hálózat kicsiny mérete és a partnerek ritka kapcsolattartása (amire az utal, hogy minden publikáció „szigetként” jelenik meg, nincsenek összekötő „hidak” közöttük) viszonylag alacsony szintű minőséget eredményez. Ezzel szemben a Gyermekgyógyászati Klinika [1. ábra c) része] hálózati kapcsolatainak minősége feltehetően igen kedvező, mivel egy nagyméretű hálózathoz kapcsolódik, a hálózat tagjai között intenzív az együttműködés, és a kapcsolatok erősen koncentrálódnak néhány közvetlen kutatópartner körül (akik valószínűsíthetően területük „sztártudósai”).

1. ábra

Kutatói hálózatok a Pécsi Tudományegyetemen
a) Farmakológiai és Farmakoterápiai Intézet



b) Szerves- és Gyógyszerkémiai Intézet

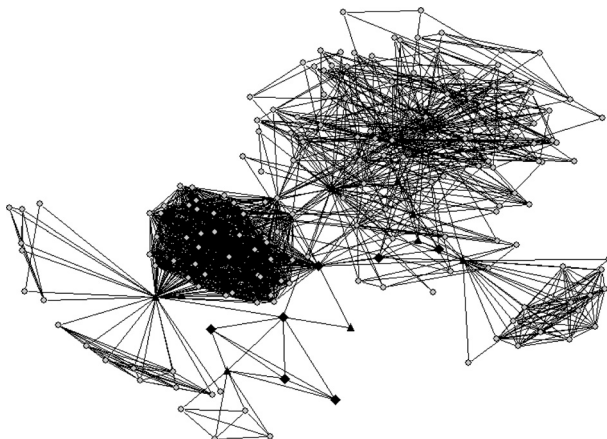


A nemzetközi hálózati kapcsolatok minőségének megállapításához számszerűsíteni kell a hálózat minőségét meghatározó jellemzőket. Mivel az elemzésünkben használni kívánt mérőszámokat a különböző méretű hálózatok között összehasonlíthatóvá kell tennünk, ezért számunkra nem megfelelők a társadalmihálózat-elemzésben (SNA) használatos mérőszámok közül a centralitás mutatói (amelyek a hírnév mérésére szolgálhatnak) vagy pedig a sűrűség (mely a hálózati kapcsolatok intenzitását számszerűsíthetné) (Scott [2000]). Emiatt alkalmas mutatókat kellett kidolgoznunk a hálózat tudástranszferre gyakorolt hatásának vizsgálatához.²

A nemzetközi hálózat (tudástermelés szempontjából értelmezett) értékének mérésére – túllépve a társadalmihálózat-elemzés által ajánlott jellemzők körén – három mutatót tartottunk alkalmasnak. Ezeket a következőkben ismertetjük.

² Arról, hogy a társadalmihálózat-elemzés irodalmában általában használt mérőszámok miért nem alkalmazhatók kutatásunk során, részletesebben lásd Parag-Varga [2009].

c) Gyermekgyógyászati Klinika



Megjegyzés: a négyzetek a magyar társszerzőket, a háromszögek a külföldi elsőkörös, az üres körök pedig a külföldi másodkörös szerzőket reprezentálják. Magyar társszerzőkön azokat a kutatókat értjük, akik a vizsgált időszakban nemzetközi kutatókkal hoztak létre közös publikációt. Külföldi elsőkörös társszerzőkön azokat a kutatókat értjük, akik a vizsgált időszakban a magyar kutatókkal hoztak létre közös publikációt. Külföldi másodkörös társszerzőkön azokat a kutatókat értjük, akik a vizsgált időszakban a külföldi elsőkörös kutatókkal hoztak létre közös publikációt.

Forrás: saját szerkesztés.

A kutatás során kifejlesztett indexek

Méret. Az index az első- és másodkörös külföldi szerzők hálózaton belüli számát méri. Ahogyan azt az innovációs rendszerek iskolája hangsúlyozza, a rendszer hatékonyságát (minőségét) a rendszer szereplői (azok száma, illetve az általuk hordozott tudásmennyiség), valamint a közöttük lévő kapcsolat határozza meg. A nemzetközi hálózat nagyságát a nemzetközi publikációs partnerek számával közelítettük.

Az i -edik kutatóhelyet magában foglaló hálózat méretének jellemzésére a következő mutatót vezetjük be:

$$\text{MÉRET}_i = (\text{hálózati tagok})_i / (\text{hálózati tagok})_{\max}$$

ahol a $(\text{hálózati tagok})_i$ az i -edik kutatóhelyen a hálózati tagok (magyar, külföldi elsőkörös és külföldi másodkörös társszerzők) számát jelenti, a $(\text{hálózati tagok})_{\max}$ pedig a vizsgált kutatóhelyeken előforduló legnagyobb hálózati mérettel rendelkező kutatóhely hálózati tagjainak számát jelöli.

A MÉRET mutató 0 és 1 közötti értékeket vehet fel, ahol a legnagyobb hálózat kapja az 1 értéket.

Koncentrálttság. Az 1. ábra tanulmányozása során arra következtethetünk, hogy a PTE nemzetközi kutatópartnereinek hálózaton belüli pozíciója döntő szerepet kaphat a hálózati kapcsolat minőségének meghatározásában. Hogyan mérhetjük ezt a pozíciót? Abból a korábbi eredményből indulunk ki, hogy egy kutató tudásszintje befolyásolja a tudományos közösségen belüli pozícióját, és ezt a pozíciót tükrözi a kutató meglévő kapcsolatainak a száma. Így minél jobb egy kutató hálózati pozíciója, annál inkább

igaz, hogy koncentráltabb hálózat veszi körül. A következő képlet az egyes kutatóhelyek közvetlen nemzetközi kutatótársainál megfigyelhető tudáskoncentráció kiszámítási módját szolgáltatja:

$$\text{KONC}_i = (\text{a PTE közvetlen társszerzőihez kapcsolódó nemzetközi társszerzők átlagos száma})_i / (\text{a PTE közvetlen társszerzőihez kapcsolódó nemzetközi társszerzők átlagos száma})_{\max}$$

ahol a számláló azt mutatja, hogy az első körös külföldi társszerzőkre átlagosan hány másodkörös nemzetközi társszerző jut, a nevező pedig ennek a mutatónak a vizsgált kutatóhelyeken előforduló legnagyobb értékét. A KONC mutató 0 és 1 közötti értékeket vehet fel. Minél nagyobb a KONC mutató értéke, annál jobb a PTE adott kutatási egységében dolgozó kutatótársainak átlagos pozíciója.

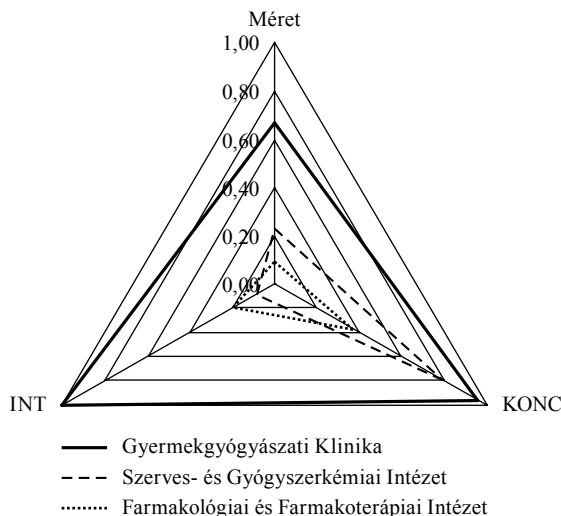
Integráltság. Az INT mutató a hálózat integráltságát méri, amellyel a hálózat tagjai közötti kapcsolatok intenzitását kívánjuk számszerűsíteni. [Az egy publikációra jutó kapcsolatok átlagos száma a szerzők közötti kapcsolatokat méri, amelyet a következő képlettel nyertünk: $N(N-1)/2$, ahol N egy adott tanulmány társszerzőinek átlagos száma.]

$$\text{INT}_i = [(\text{a publikációk kapcsolatainak átlagos értéke}) / (\text{a publikációk társszerzői közötti kapcsolatok átlagos értéke})] / [(\text{a publikáció kapcsolatainak átlagos értéke}) / (\text{a publikáció társszerzői közötti kapcsolatok átlagos értéke})]_{\max}$$

ahol a *publikációk kapcsolatainak átlagos értéke* azt adja meg, hogy egy kutatási egységben mennyi az egy publikációra jutó élek száma; a *publikációk társszerzői közötti kapcsolatok átlagos értéke* pedig azt mutatja meg, hogy egy publikációra vetítve mennyi a publikációk társszerzői közötti élek száma, hányadosuk pedig a különböző publikációk társszerzői közötti kapcsolatok relatív számát adja meg.

2. ábra

A kapcsolatminőség részmutatói a vizsgált intézetekben



Forrás: saját szerkesztés.

Minél nagyobb az INT mutató értéke, annál nagyobb a különböző publikációk társszerzői közösségeit összekötő kapcsolatok relatív száma. Emiatt az INT mutató a hálózatok tagjai közötti kapcsolattartás intenzitását méri a 0 és 1 közötti értéktartományban.

A 2. ábra a vizsgált kutatói hálózatok MÉRET, KONC és INT mutatóinak értékeit mutatja. Az 1. ábrát a 2. ábrával összevetve látható, hogy a három mutató igen jól közelíti a három hálózati jellemzőt.

A hálózati kapcsolat minősége. A hálózati kapcsolat minősége mindhárom strukturális jellemzővel (méret, integráltság, koncentráció) pozitív kapcsolatban áll. Hogyan lehet a három mutatót egyetlen mérőszámra integrálni, amely ezáltal a hálózati kapcsolatok minőségét mérné? A 2. ábra háromszögeinek vizsgálatával egy intuitív megoldás kínálkozik: az egyes kutatóhelyekre vonatkozó összetett minőségi mutató (NETQUAL) definiálható az adott egységet reprezentáló háromszög területének és a háromszögek legnagyobb lehetséges területének hányadosaként. Minél közelebb van tehát a NETQUAL értéke az 1-hez, annál magasabb egy adott kutatóhely hálózati kapcsolatainak minősége, amely a MÉRET, KONC és INT mutatók adott egységre vonatkozó kombinációjaként adódik. Az így definiált összetett hálózatminőség-index (NETQUAL) alkalmas az általunk elemzett nemzetközi hálózatok jelentőségének kifejezésére, és reményeink szerint új eszköze lehet a tudományos produktivitás értékeléséhez.

Az empirikus modell és eredményei

A tudományos siker meghatározó tényezőjét jelentik a K+F-kiadások. Nem véletlen tehát, hogy azok az empirikus tanulmányok, amelyek az egyetemi tudástranszferet modellezik, a K+F-kiadásokat általánosan elfogadott inputmérőszámként alkalmazzák. Megfigyelhető azonban, hogy azonos szintű kutatási kiadásoknak igen különböző intenzitású innovációs hatásai is lehetnek. Az ilyen eltérésekért például olyan faktorok a felelősek, mint a más-más színvonalat képviselő helyi innovációs infrastruktúra, vagy a vállalalkozói készség, illetve kulturális tényezők. Ez utóbbiak azért lehetnek különösen fontosak, mert az innovációs együttműködés iránti nyitottságot határozzák meg.

Tanulmányunkban azzal a hipotézissel élünk, hogy egy kutatási egység – technológia-transzfer területén megnyilvánuló – potenciálját a K+F-kiadásokon (mint alapvető meghatározókon) kívül a nemzetközi kapcsolatok minősége is determinálja. Vagyis: ugyanakkora kutatási célú befektetés nagyobb, gazdaságilag hasznos tudásáramláshoz vezethet a magasabb minőséget képviselő nemzetközi kapcsolatok rendszerében.

A hipotézis empirikus vizsgálatához a Varga [2000], [2001], illetve az Acs–Varga [2005] által használt modell megoldását, a tudástermelési függvényt (például Griliches [1986], Jaffe [1989]) hierarchikus változatát alkalmazzuk. A modell a következő formában írható fel:

$$K_i = \alpha_0 + \alpha_1 RD_i + \alpha_2 Z_i + \varepsilon_i, \quad (1)$$

ahol K a gazdaságilag hasznosítható tudományos-technológiai tudást, RD a K+F-kiadásokat, Z az egyéb magyarázó változókat jelöli, ε pedig a maradéktag. Feltételezzük, hogy a kutatási kiadások mellett a technológiatranszfer az is meghatározza, hogy az illető kutatási egységnek milyen az ipari tapasztalata. Ezt az ipari együttműködések számával közelítjük. A megfigyelési egységek a különböző tudományterületekre specializálódott egyetemi kutatók csoportjai.

A modellt a továbbiakban kiterjesztjük, feltételezve, hogy α_1 értéke a nemzetközi kutatási hálózatoktól is függ. Vagyis: a K+F hatása annak megfelelően változik, hogy milyen

2. táblázat

A regressziós elemzés során használt adatbázis (a PTE innovációs kapacitásának felmérése és a nemzetközi publikációs adatbázis közös halmaza) változóinak alapstatisztikái

Változó név	Magyarázat	Minimum	Maximum	Átlag	Szórás
PATNUM*	Az elfogadott egyetemi szabadalmak száma (2000–2005)	0,00	5,00	0,39	1,16
PROJBUD	A hét legfontosabb kutatási projekt értéke euróban (2000–2005)	50 000	3 701 000	894 000	1 144 000
KONC	A koncentráció indexe (2000)	0,29	1,00	0,66	0,25
INT	A kapcsolatok intenzitásának indexe (2000)	0,09	1,00	0,47	0,21
MÉRET	A méret indexe (2000)	0,09	1,00	0,46	0,28
NETQUAL	A hálózat minőségének indexe (2000)	0,04	0,76	0,32	0,21
COBHNUM*	Innovációs együttműködésben részt vett magyar vállalatok száma (2000–2005)	0,00	5,00	1,74	1,36
COBFNUM*	Innovációs együttműködésben részt vett külföldi vállalatok száma (2000–2005)	0,00	2,00	1,09	1,02

Megjegyzés: a csillaggal jelölt változók értéke a válaszban szereplő intervallumok középpértéke.
Forrás: saját szerkesztés.

minőségű az illető kutatási egység kapcsolatrendszere:

$$\alpha_{1,i} = \beta_0 \text{NETQUAL}_i, \quad (2)$$

ahol NETQUAL_i a kutatási egységenként a hálózat minőségének indexe.

Az empirikusan vizsgált egyenlet tehát a következő formát ölti:

$$K_i = \alpha_0 + \beta_0 \text{NETQUAL}_i \times RD_i + \alpha_2 Z_i + \varepsilon_i. \quad (3)$$

A regressziós számítások során két különböző adatbázist használtunk. Ezek közül az egyik a publikációs adatbázis (amelyet az 1. táblázatban már ismertettünk), a másik pedig a PTE egy kutatócsoportja által 2006-ban elkészített felmérés (Szerb–Varga [2006]) eredményeiből táplálkozik. A K -t – a gazdaságilag hasznosítható tudományos-technológiai tudás nagyságát – az egyetemi szabadalmak számával mérjük.³ A felhasznált változók részletes listáját a 2. táblázat közli. Mivel az (1) egyenlet függő változója egész szám, ezért az ilyen esetekben általában használt negatív binomiális regressziószámítási technikát követjük (Greene [1993]). A 3. táblázat a futtatások eredményeit tartalmazza.

A modellfeltevéseknek megfelelően a $K + F$ -kiadások értéke (PROJBUD) erősen szignifikáns és pozitív paraméterrel lép az egyenletbe a modellben (1. modell). A hazai vállalati együttműködési tapasztalat hatása (amelyet az innovációs együttműködésben részt vett magyar vállalatok számával mérünk) is pozitív és szignifikáns (2. modell), mindez viszont

³ A szakirodalomban a szabadalmaknak mint az innováció outputjának a mérőszámával kapcsolatban számos kritika ismert, ugyanis nem minden szabadalom válik új termékké, és nem minden újtermék-ötlet kerül szabadalmaztatásra. Empirikus elemzések mégis azt mutatják, hogy a szabadalmakra alapozott vizsgálat jól követi az innovációs elemzés eredményeit. Minderről részletesebben lásd Acs–Aselin–Varga [2002].

3. táblázat
Negatív binomiális regressziós eredmények az egyetemi szabadalmak számára, 23 PTE kutatócsoportra, 2000–2005

Változó	1. modell	2. modell	3. modell	4. modell	5. modell	6. modell	7. modell	8. modell	9. modell	10. modell	11. modell
KONSTANS	-2,866*** (0,914)	-6,025*** (2,642)	-6,983** (3,548)	-5,916** (2,596)	-2,715*** (0,996)	-7,797** (4,048)	-4,062*** (1,403)	-8,209* (4,670)	-2,943*** (1,059)	-6,369** (0,027)	-8,695 (5,392)
PROJBUD	1,01E-06*** (3,33E-07)	1,30E-06*** (5,04E-7)	1,17E-06*** (4,93E0-7)	9,89E-07* (5,51E-07)							
PROJBUD × MÉRET					1,02E-06 (6,65E-07)	2,42E-06* (1,29E-06)					
PROJBUD × KONC							1,52E-06** (6,70E-07)	1,73E-06* (9,75E-07)			
PROJBUD × INT									1,14E-06* (6,10E-07)	1,70E-06* (8,99E-07)	
PROJBUD × NETQUAL											3,27E-06* (1,96E-06)
COBHNUM		0,991* (0,564)		1,014* (0,549)	0,581 (0,325)	1,479* (0,833)	0,752** (0,376)	1,532* (0,931)	0,575* (0,335)	1,166* (0,620)	1,685 (1,092)
COBHNUM + COBFNUM			0,861 (0,537)								
PHARMAI				1,838 (1,520)		5,606** (2,346)		4,350** (2,030)		4,429*** (1,675)	6,426** (3,183)
LR-index (Pseudo R ²)	0,34	0,45	0,45	0,50	0,14	0,56	0,31	0,57	0,18	0,52	0,58
Log-likelihood	-12,766 23	-10,41 23	-10,19 22	-9,604 23	-16,285 23	-8,409 23	-13,047 23	-8,174 23	-15,556 23	-9,198 23	-7,999 23

Megjegyzés: 23 kutatócsoport 16 egyetemi kutatóegységben található (lásd az 1. táblázatot). Zárójelben standard hiba.
***: $p < 0,01$, **: $p < 0,05$, *: $p < 0,10$.

Forrás: saját szerkesztés.

nem teljesül a nemzetközi cégekkel való együttműködésre vonatkozóan (3. modell). Az 1. számú gyógyszerkutató csoport kiugróan magas szabadalmi értéke (elfogadott szabadalmak száma: 5 darab) azt sejteti, hogy ennek a kutatócsoportnak a működésére a többségtől eltérő hatásmechanizmus jellemző. Ennek vizsgálatára vezettük be a PHARMA1 kétértékű (dummy) változót (4. modell). A változó szerepeltetésével az egyenlet illeszkedése javult (a korrigált R^2 0,45-ről 0,50-re emelkedett), de a paraméter, bár pozitív, ebben a modellben még nem szignifikáns.

Követve az (1) és (2) egyenletek által meghatározott modellt, az 5., 7. és a 9. modell egyenletei a SIZE, a CONC és az INT hatásait vizsgálják, míg a 6., 8. és a 10. modell ugyanezen változók hatásait, de a kiugró értékű kutatócsoport (PHARMA1) elkülönített kezelésével. Általánosan megállapítható, hogy a három hálózati jellemző pozitív és marginálisan szignifikáns ($p < 0,10$) hatást jelez oly módon, hogy a szabadalmi aktivitásban az 1. számú gyógyszerészeti kutatócsoport az átlagtól eltérő szabályosságokat követ (a PHARMA1 paramétere mindegyik modellben határozottan szignifikáns és pozitív). A 11. modell a nemzetközi hálózati kapcsolatok minőségének hatását tárja fel: a becsült paraméter (hasonlóan a hálózati jellemzőre irányuló vizsgálódás tapasztalataihoz) pozitív és enyhén szignifikáns. A minőség komplex mutatójával lefuttatott regresszió illeszkedése a legnagyobb a többi modellhez viszonyítva, ami a hálózati kapcsolati minőséghatás további bizonyítéka.

A regressziós becslések tehát a nemzetközi hálózati kapcsolatok minőségének pozitív hatására utalnak a kutatási egységek között a szabadalmi aktivitásban tapasztalt eltérések terén. Mindez azt a hipotézist támogatja, hogy a K+F-kiadások mellett a hálózati aktivitás is szerepet játszik a technológiatranszfer intenzitásában.

Összegzés és következtetések

A gazdaságilag hasznosítható tudományos ismeretek átáramlása az egyetemektől a gazdasági szektorokba jelentős gazdasági növekedést eredményezhet, mint ahogyan azt a hagyományos csúcstechnológiai övezetek (például Szilícium-völgy) és az újonnan létrejövő technológiai központok világszerte tanúsítják. A szakirodalom alátámasztja azt, hogy a kutatóhelyi tudástranszfer hatékonysága számos tényező függvénye. Tanulmányunk ezen eredmények továbbgondolásaként a kutatói hálózati kapcsolatok minőségének szerepét vizsgálta. Megállapítottuk, hogy a kutatói hálózati kapcsolatok minősége befolyásolja, hogy egy adott kutató milyen mennyiségű ismerethez képes hozzáférni más kutatókkal való kapcsolattartás által. Mindez összefüggésben van a hálózatban felhalmozódott tudással és a hálózatba belépő kutató pozíciójával is.

Vizsgálataink során a Pécsi Tudományegyetem természettudományi kutatóhelyeinek nemzetközi publikációs kapcsolatrendszeréről, azok hálózatairól gyűjtöttünk adatokat, valamint elemeztük a kutatói hálózati kapcsolatok minőségét.

Az egyetemi tudástranszfer irodalomhoz való hozzájárulásunk a következőkben foglalható össze:

- bevezettük a „hálózati kapcsolatok minőségének” a fogalmát a kutatói hálózatok egyetemi tudástranszferre gyakorolt hatásának méréséhez;
- alkalmas mutatókat fejlesztettünk ki a hálózatok méretének és koncentráltságának, valamint a hálózati tagok közötti kapcsolattartás intenzitásának mérésére;
- a hálózat minőségének mérésére egy összetett mutatót dolgoztunk ki;
- a tudástermelési függvény fogalmi keretei között a hálózati kapcsolat minőségének hatását vizsgáltuk az egyetemi szabadalmi aktivitásra.

Eredményeink arra engednek következtetni, hogy a nemzetközi hálózati kapcsolatok minősége hatással van az egyetemi tudástranszferre. Emiatt nemcsak a makroszinten értelmezett kutatási kiadásoknak az egyes egyetemeken zajló kutatási projektek közötti szétosztása a meghatározó, hanem a nemzetközi hálózatokba belépő kutatók pozíciója, valamint a hálózatban felhalmozódott tudásszint is. A tanulmány fő gazdaságpolitikai következtetéseként megfogalmazhatjuk, hogy a tudásalapú gazdasági fejlődés támogatásának eszközeként nemcsak a K+F-támogatások alkalmazhatók, hanem az egyetemi kutatói hálózatok ésszerű támogatása is fontos lehet. A Pécsi Tudományegyetem esetében kimutattuk, hogy a magas pozíciójú nemzetközi kutatókkal való kapcsolatok kiépítésének támogatása lehetne a legelőnyösebb formája az egyetemi szabadalmakra gyakorolt hálózatminőségi hatás erősítésére.

Szükséges szólnunk tanulmányunk korlátairól, érvényességi köréről is. Először is, adataink mindössze egyetlen év publikációs hálózatára vonatkoznak – több évet átfogó információhalmaz esetlegesen az általunk közölttől eltérő eredményeket adna. Nem vettük továbbá figyelembe a PTE kutatóihoz közvetlenül kapcsolódó nemzetközi kollégák társ-szerzőinek tudományos színvonalát. Ez ugyan nem változtatna eredményeinken a vizsgált strukturális hálózati jellemzők tekintetében, a hálózati kapcsolatok minőségére gyakorolt átfogó hatása miatt azonban érdeklődésre tarthat számot. Végül: további egyetemek adatainak bevonása minden bizonnyal tágítaná látókörünket a kutatói hálózatok és az egyetemi technológiai transzferek kapcsolatának feltárása során.

Hivatkozások

- ACS ZOLTÁN–VARGA ATTILA [2005]: Entrepreneurship, agglomeration and technological change. *Small Business Economics*, 24. 323–334. o.
- ACS ZOLTÁN–ANSELIN, L.–VARGA ATTILA [2002]: Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. *Research Policy*, 31. 1069–1085. o.
- ANSELIN, L.–VARGA ATTILA–ACS ZOLTÁN [1997]: Local geographic spillovers between university research and high technology innovations. *Journal of Urban Economics*, 42, 422–448. o.
- AHUJA, G. [2000]: Collaboration Networks, Structural Holes, and Innovation. A Longitudinal Study. *Administrative Science Quarterly*, 45. 425–455. o.
- AUDRETSCH, D.–FELDMAN, M. [1996]: R&D Spillovers and the Geography of Innovation and Production. *The American Economic Review*, 86. 630–640. o.
- AUDRETSCH, D.–STEPHAN, P. [1996]: Company-scientist locational links. The case of biotechnology. *American Economic Review*, 86. 641–652. o.
- BRESCHI, S.–LISSONI, F. [2007]: Mobility of inventors and the geography of knowledge spillovers. New evidence on US data. A The Dynamic Geography of Innovation and Knowledge Creation című konferencia, American Association of Geographers Annual Meeting, Special Session, San Francisco CA, április 17–21.
- COULON, F. [2005]: The use of Social Network Analysis in Innovation Research. A literature review. Kiadatlan kézirat.
- COWAN, R.–JONARD, N. [1999]: Network structure and the diffusion of knowledge. MERIT working papers.
- FELDMAN, M. [1994a]: *The Geography of Innovation*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- FELDMAN, M. [1994b]: The university and economic development. The case of Johns Hopkins University and Baltimore. *Economic Development Quarterly*, 8. 67–77. o.
- FELDMAN, M.–DESROCHERS, P. [2004]: Truth for its own sake. Academic culture and technology transfer at Johns Hopkins University. *Minerva*, 42. 105–126. o.
- FISCHER, M.–DIEZ, J.–SNICKARS, F. [2001]: Metropolitan systems of innovation. Theory and evidence from three metropolitan regions in Europe. (Varga Attila közreműködésével) Springer, Berlin.
- FLOMAX, R. [1992]: The University. A regional booster? Economic impacts of academic knowledge infrastructure. Avebury, Aldershot.

- FRANZONI, C.–LISSONI, F. [2009]: Academic entrepreneurs. Critical issues and lessons for Europe. Megjelenés alatt: *Varga Attila* (szerk.): Universities, Knowledge Transfer and Regional Development. Geography, Entrepreneurship and Policy. Edward Elgar, Cheltenham.
- GOLDSTEIN, H. [2009]: What we know and what we don't know about the regional economic impacts of universities. Megjelenés alatt: *Varga Attila* (szerk.): Universities, Knowledge Transfer and Regional Development. Geography, Entrepreneurship and Policy. Edward Elgar, Cheltenham.
- GOLDSTEIN, H.–DRUCKER, J. [2006]: The economic development impacts of universities on regions. Do size and distance matter? *Economic Development Quarterly*, 20. No. 1. 22–43. o.
- GOLDSTEIN, H.–MAIER, G.–LUGER, M. [1995]: The university as an instrument for economic and business development. Megjelent: *Dill, D.–Sporn, B.* (szerk.): Emerging Patterns of Social Demand and University Reform: Through a Glass Darkly. Pergamon, Oxford, Egyesült Királyság.
- GREENE, W. [1993]: *Econometric analysis*. Macmillan, New York.
- GRILICHES, Z. [1986]: Productivity, R&D, and basic research at the firm level in 1970's. *American Economic Review*, 76. 141–154. o.
- GIULIANI, E. [2004]: Laggard clusters as slow learners, emerging clusters as locus of knowledge cohesion (and exclusion): A comparative study in the wine industry. LEM Working Papers, 2004/9. Saint Anna School of Advanced Studies, Pisa.
- GIULIANI, E. [2007]: The selective nature of knowledge networks in clusters: Evidence from the wine industry. *Journal of Economic Geography*, 7, 139–168. o.
- INZELT ANNAMÁRIA–SZERB LÁSZLÓ [2006]: The innovation activity in a stagnating county of Hungary. *Acta Oeconomica*, 56. 279–299. o.
- ISSERMAN, A. [1994]: State Economic Development Policy and Practice in the United States. A Survey Article. *International Regional Science Review*, 16. 49–100. o.
- JAFFE, A. B. [1989]: Real effects of Academic Research. *American Economic Review*, 79. 957–970. o.
- JAFFE, A. B.–TRAJTENBERG, M.–HENDERSON, R. [1992]: Geographic Localization of Knowledge Spillovers as Evidenced by Patent Citations. NBER Working Papers, 3993. National Bureau of Economic Research, Inc.
- KRUGMAN, P. [1991]: Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99. 483–499. o.
- KOO, J. [2005]: Agglomeration and spillovers in a simultaneous framework. *Annals of Regional Science*, 39. 35–47. o.
- KOO, J. [2007]: Determinants of localized technology spillovers. Role of regional and industrial attributes. *Regional Studies*, 41. 1–17. o.
- LUNDEVALL, B. A. [1992]: *National Systems of Innovation*. Pinter Publishers, London.
- MAGGIONI, M.–NOSVELLI, M.–UBERTI, E. [2006]: Space vs. networks in the geography of innovation: A European analysis. Az ADRES konferenciára benyújtott tanulmány, Networks and Innovation and Spatial Analysis of Knowledge Diffusion, Saint Etienne.
- MORRISON, A.–RABELLOTTI, R. [2005]: Knowledge and information networks: evidence from an Italian wine local system. CESPRI Working Papers.
- MUELLER, P. [2006]: Exploring the knowledge filter. How entrepreneurship and university–industry relationships drive economic growth. *Research Policy*, 35. 1499–1508. o.
- MALECKI, E.–BRADBURY, S. [1992]: R&D facilities and professional labour. Labour force dynamics in high technology. *Regional Studies*, 26. 123–136. o.
- NELSON, R. [1993]: *National Innovation Systems A comparative Analysis*. Oxford University Press, Oxford.
- OUMET, M.–LANDRY, R.–AMARA, N. [2004]: Network positions and radical innovation: a social network analysis of the Quebec optics and photonics cluster. A DRUID nyári konferenciára benyújtott tanulmány. 2004 on Industrial dynamics, innovation and development. Elsinore, Dánia.
- OZMAN, M. [2006]: Networks and Innovation. Survey of Empirical Literature. BETA Working Paper, No. 2006-07, University of Strasbourg.
- PARAG ANDREA–VARGA ATTILA [2009]: Az egyetemi kutatói hálózatok szerkezetének mérőszámai. Megjelenés alatt: *Bugár Gyöngyi* (szerk.) [2009]: Tanulmánykötet Barakonyi Károly professzor tiszteletére. Pécsi Tudományegyetem Kiadó.
- PONDS, R.–VAN OORT, F.–FRENKEN, K. [2007]: Interregional collaboration networks and regional innovation. A European Regional Science Association 47. kongresszusára benyújtott tanulmány, Párizs.

- REAMER, A.–ICERMAN, L.–YOUTIE, J. [2003]: Technology Transfer And Commercialization: Their Role in Economic Development. Economic Development Administration, US Department of Commerce.
- ROMER, P. [1986]: Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy*, 94. 1002–1037. o.
- ROMER, P. [1990]: Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, 98. S71–S102. o.
- SAXENIAN, A. [1994]: Regional advantage. Culture and competition in Silicon Valley and Route 128. Harvard University Press, Cambridge MA.
- SCOTT, J. [2000]: Social Network Analysis. A Handbook. Sage, London.
- SIVITANIDOU, R.–SIVITANIDES, P. [1995]: The intrametropolitan distribution of R&D activities: theory and empirical evidence. *Journal of Regional Science*, Vol. 25. No. 3. 391–415. o.
- SPENCER, J. W. [2003]: Global Gatekeeping, representation, and network structure. A longitudinal analysis of regional and global knowledge-diffusion networks. Working Paper, George Washington University.
- SZERB LÁSZLÓ–VARGA ATTILA [2006]: The innovation capacity of the small and medium sized enterprises in the South-Transdanubian region of Hungary and the research and innovation transfer potential of the university of Pécs. Final research report: Business potential of R&D activities in the university environment and their transfer to SMEs in the Cross-Border Region (CrosboR&D) project; SL-HU-CR/05/4012-106/[2004/01/HU-12 (Slovenia, Croatia, Hungary).
- VALENTE, T. W. [1995]: Network models of the diffusion of innovations. Hampton Press, Cresskill, NJ.
- VARGA ATTILA [1998]: University Research and Regional Innovation. A Spatial Econometric Analysis of Academic Technology Transfers. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- VARGA ATTILA [2000]: Local academic knowledge spillovers and the concentration of economic activity. *Journal of Regional Science*, 40. 289–309. o.
- VARGA ATTILA [2001]: Universities and regional economic development: Does agglomeration matter? Megjelent: *Johansson, B.–Karlsson, C.–Stough R. (szerk.): Theories of Endogenous Regional Growth-Lessons for Regional Policies*. Springer, Berlin, 345–367. o.
- VARGA ATTILA [2004]: Az egyetemi kutatások regionális gazdasági hatásai a nemzetközi szakirodalom tükrében. *Közgazdasági Szemle*, 51. évf. 3. sz. 259–275. o.
- VARGA ATTILA–PARAG ANDREA [2009]: Academic knowledge transfers and the structure of international research networks. Megjelent: *Varga Attila (szerk.): Universities, knowledge transfers and regional development: Geography, entrepreneurship and policy*. Edward Elgar Publishers, Cheltenham.