

Egyetemi tudástranszfer és a nemzetközi kutatási hálózatok szerkezete

Varga Attila¹ – Parag Andrea²

Az egyetemektől az ipari vállalatokig áramló tudástranszfer földrajza napjaink közgazdasági szakirodalmának széles körben kutatott témájává vált. A vizsgálatok egyik meghatározó eredményeként említhető, hogy az egyetemek és a vállalatok közötti lokális tudás-áramlások hatékonyságát számos külső tényező – mint pl. az agglomeráció, a vállalkozói környezet vagy a helyi üzleti kultúra – is befolyásolja. Az egyetemek nemzetközi kutatói hálózatokba való beágyazottsága és az egyetemről származó tudás szétterjedése közötti kapcsolat vizsgálata viszont igen friss fejlemény a közgazdasági szakirodalomban. A téma fontosságát egyrészt az indokolja, hogy a kutatói produktivitás és a tudományos hálózatokhoz való tartozás között szoros összefüggés fedezhető fel, másrészt pedig az, hogy az egyetemekhez köthető szabadalmak és a minőségi kutatási eredmények nem zárják ki szükségszerűen egymást. A hálózatok és a szabadalmak közötti kapcsolatok tehát ígéretes témát szolgáltatnak az elemzések számára.

Tanulmányunk a nemzetközi publikációk szerzőit magában foglaló hálózatok szerkezetének (pl. koncentráció, méret, integráltság) az egyetemi szabadalmakra vonatkozó hatását vizsgálja a tudástermelési-függvény alkalmazásával a Pécsi Tudományegyetem különböző egységeiről gyűjtött adatokra támaszkodva.

Kulcsszavak: egyetemi tudástranszferek, hálózatelemzés, technológiai változás, gazdasági növekedés, tudástermelési-függvény

1. Bevezetés

Az egyetemi tudástranszfer (vagyis az egyetemeken felhalmozódott tudományos-műszaki tudás ipari innovációkká válása) empirikus kutatása az 1980-as évek végétől került a közgazdaságtudomány érdeklődésének középpontjába, két fő okra visszavezethetően. Az első ok az endogén növekedésemélet (Romer 1986, 1990) és az új gazdaságföldrajz rohamosan bővülő irodalmához (Krugman 1991) köthető. Ezen

¹ Dr. Varga Attila, MTA doktora egyetemi tanár, intézetigazgató, Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar Közgazdasági- és Regionális Tudományok Intézete (Pécs).

² Parag Andrea, tanársegéd, Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar Közgazdasági- és Regionális Tudományok Intézete (Pécs).

elméletek gyakorlati relevanciája ugyanis a tudás szpilloverek (tudás átszivárgások) létezésének és jelentőségének empirikus tesztelése nélkül nehezen támasztható alá. A második ok az úgynevezett „*egyetemekre alapozott regionális fejlődés*” – mely természetes módon először például a Szilícium-völgy, vagy a 128-as út esetében volt tapasztalható – előmozdítását célzó gazdaságpolitikai eszközrendszerek iránti széleskörű érdeklődéshez kapcsolható (Isserman 1994, Reamer–Icerman– Youtie 2003). Az egyetemi tudástranszfer földrajzi kiterjedése különös figyelmet kapott a kutatások során. A helyi tudás szpillover – mint az agglomerációs 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 tudásáramlások meghatározóak lehetnek a regionális fejlődésben – a gazdaságpolitikai döntéshozók számára is kiemelt jelentőségű témává vált.

Az egyetemi tudástranszferek 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 váltak (Varga 2004; Goldstein 2008). Az *egyetemi tudástranszferek földrajzájának vizsgálatára két megközelítés alakult ki az irodalomban*. A tanulmányok egyik csoportja a kutatás-fejlesztés, illetve a magas technológiai igényű termelés *telephely-választását* és ezen belül az egyetemek szerepét vizsgálja, míg a tanulmányok másik csoportja az *egyetemi technológia transzfer térbeli kiterjedését* ökonometriai módszerekkel kutatja (Varga 2004). Esettanulmányok, felmérések, leíró jellegű tanulmányok és ökonometriai elemzések bizonyítják, hogy az egyetemek hatása a fejlett ipari technológiák területi elhelyezkedésére nem egyforma, hanem nagyon különböző lehet ipari szektoronként, továbbá tulajdoni forma, cég, valamint város méret szerint is (Malecki–Bradbury 1992, Florax 1992, Audretsch–Stephan 1996, Sivinaitidou–Sivinaitides 1995). A tudástranszferek földrajzára koncentráló tanulmányok szerint pedig az egyetemekről származó tudás ipari innovációkba való „átszivárgása” igen nagymértékben helyi jelenség, mivel a tudás szpilloverek erőssége a térbeli távolság növekedésével fordított arányban áll (Jaffe–Trajtenberg–Henderson 1993, Feldman 1994a, Audretsch–Feldman 1996, Varga 1998, Acs–Anselin–Varga 2002). Ez a megállapítás alátámasztja a tacit tudásátadás helyi természetére vonatkozó feltételezést, bár a vizsgálatok azt bizonyítják, hogy az iparágak között figyelemreméltó különbségek fedezhetők fel.

Habár az egyetemi tudástranszfereket kutató irodalom döntő része a földrajzi aspektus vizsgálatára fókuszál, számos, az utóbbi években publikált tanulmány mutat rá arra, hogy a *puszta térbeli közelségen kívül további helyi tényezőknek is meghatározó a szerepe*. Ezen tényezők jelentőségének megértése a hatékony regionális gazdaságfejlesztési eszközrendszer kidolgozása szempontjából legalább olyan lényeges, mint a tudás terjedés térbeli természetének a megismerése. Breschi és Lissoni (2007) arra vizsgálódnak rá, hogy a *tudás nagy része a feltalálók közötti helyi társadalmi hálózatokon keresztül terjed*. Ezen hálózati kapcsolatok kialakulását vi-

szont *számtalan kulturális tényező befolyásolja*, amint arra például Saxenian (1994), vagy Fischer és Szerzőtársai (2001), valamint Feldman és Desrochers (2004) mutat rá. Egy másik, a kultúra által is meghatározott jelenség, *a vállalkozási készség jelenléte* is döntő lehet az egyetemi tudástranszfer interregionális különbségeinek magyarázata során, amint azt például Acs és Varga (2005), Inzelt és Szerb (2006), Mueller (2006), illetve Koo (2007) munkái is tanúsítják.

Az innovációban résztvevők (ipari vállalatok, üzleti szolgáltatók, kutató laboratóriumok) *agglomerálódása* (térbeli koncentrációja) szintén *meghatározó* abban a tekintetben, *hogy az egyetemeken 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 relatíve kisebb városrégiókban.

A szakirodalomban az egyetemi tudástranszferre ható tényezők közül a *tudományos hálózatok szerepének vizsgálata még csak a kezdeti lépéseknél tart*. A tudományos hálózat, amely különböző formákban – mint pl. együttműködésen alapuló projektek, társszerzőség publikációk készítésében, vagy kevésbé formális találkozások konferenciákon, szemináriumokon – realizálódhat, megszokott eszköze a tudomány fejlődésének, azáltal, hogy a kölcsönös tanulásnak, az információ megosztásának és megszerzésének, továbbá a figyelem felkeltésének és fenntartásának meghatározó módja. 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 ipar felé áramló tudástranszferek intenzitását, minőségét is*. Franzoni és Lissoni (2008) is hangsúlyozza, hogy a tudományos érdem és az elméleti tudás transzferálásából (szabadalmak vagy spin-off cégek alapítása révén) származó siker nem zárják ki szükségszerűen egymást: nagy számban kerülnek ki sikeres vállalkozók olyan kutatók közül, akik briliáns tudományos múlttal rendelkeznek. Goldstein, Maier és Luger (1995) pedig arra világítanak rá, hogy az egyetemek olyan kulcsszereplőkként jelenhetnek meg, melyek a nemzetközi tudományos hálózatokban felhalmozódott tudományos-technológiai ismereteket közvetítik a regionális iparba a helyi tudásáramlás különböző mechanizmusain keresztül (például szabadalmak, technológiai értékesítés, spin-off formációk, tanácsadás, részvétel együttműködésen alapuló K+F projektekben).

Ily módon az egyetemek *interregionális/nemzetközi tudományos hálózatokba való beágyazottságának* milyensége a tudástranszferben érzékelt különbségek fontos magyarázatául szolgálhat. *Ceteris paribus*, ugyanakkora összegű egyetemi kutatási kiadás különböző tudásáramlási szinteket eredményezhet annak a 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 tesztelték módszeresen, abban rejlik, hogy az ökonometria becslések során a kutatók technikai akadályokba ütköztek. A térökonometriai modellek által használt súlymátrixok (mint például a távolság inverze szerinti mátrixok, ahogyan azt például Anselin, Varga és Acs, (1997) használta) jelentették ugyanis az egyetlen lehetőséget az innováció kutatásában, az utóbbi időkben rohamosan terjedő *Társadalmi Hálózat Elemzés (SNA)* módszerének megjelenéséig (ld. Coulon 2005 – Ozman 2006). E – napjainkban egyre szélesebb körben használt, már igen sok tudományterületen alkalmazott – metodika viszont a korábbiaknál jóval pontosabb analízisre nyújt módot.

Néhány, az egyetemi tudástranszfer hálózati vonatkozásait az SNA módszer révén kutató, nemrég közölt tanulmány jelzi a téma iránt feléledő érdeklődést. Maggioni, Nosvelli és Uberti (2006) 109 európai régió NUTS 2 szintű adataira támaszkodva igazolja, hogy az EU 5. keretprogramjának projektjeiben való részvételnek pozitív hatása van a regionális innovációs aktivitásra. Ponds, Oort és Frenken (2007) pedig jelentős interregionális kutatói hálózati hatást mutat 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 és Jonard (1999), valamint Spencer (2003) tanulmányai, melyek a hálózat szerkezetének jelentős szerepet tulajdonítanak. Ouimet, Landry és Amara (2004), Morrison és 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 az, 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) *befolyással bírnak az egyetemi tudástranszferre*. 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 tudás transferekben érvényesülő hatásait kívánja elemezni a Pécsi Tudományegyetem különböző egységeinek nemzetközi publikációs kapcsolatrendszeréről gyűjtött adatok alapján. Cikkünk második része ismerteti az innovációs SNA irodalomban leggyakrabban használt mérőszámokat, valamint bemutatja a PTE vizsgált egységeit befo-

gadó nemzetközi publikációs hálózatok szerkezetét, a különböző hálózati jellemzőkre kifejlesztett indexeket és a hálózati kapcsolat minőségének mérésére kidolgozott összetett mérőszámot. A harmadik részben teszteljük a nemzetközi hálózatok szerkezetének hatását az egyetemi szabadalmakra egy kibővített tudástermelési függvény segítségével.

2. A nemzetközi publikációs hálózatok szerkezete

A tanulmány arra a feltételezésre épít, hogy az *egyetemek kutatói hálózatainak strukturális jellemzői szignifikánsan befolyásolják a tudástranszfert*. Következésképp, ceteris paribus, még a hasonló volumenű kutatási költségvetéssel rendelkező egyetemek is különböző – a tudástranszfer által közvetített – gazdasági hatást gyakorolnak a kutatói hálózatok (regionális, interregionális vagy nemzetközi) eltérő szerkezeti jellemzői miatt. Miért nem használhatók a SNA-ban leggyakrabban alkalmazott mutatószámok a mi esetünkben? Hogyan határozhatjuk meg azokat a hálózati jellemzőket, amelyek jelentős szerepet játszanak a tudástranszferben, és hogyan mérhetjük azokat? Tömöríthetők-e ezen jellemzők egyetlen indexben? Jelen fejezet ezekre a kérdésekre összpontosít.

2.1. Az innovációs SNA irodalomban leggyakrabban alkalmazott hálózati mutatószámok

A továbbiakban először a SNA irodalmában bevezetett, a hálózatokat karakterizáló főbb mérőszámokat mutatjuk be, kitérve arra is, hogy miért nem tudtuk ezeket használni vizsgálati célkitűzéseink érdekében. A kapcsolati háló elemzés négy fő fogalmat, mutatót alkalmaz a hálózatok leírására, nevezetesen: a *sűrűség (density)*; *központiság (centrality)*; *közöttiség (betweenness)*; és *centralizáció (centralization)*.

2.1.1. Sűrűség (density)

Egy hálózat sűrűsége – melynek értéke 0 és 1 közötti nagyságokat vehet fel – a *meglévő és lehetséges kapcsolatok (élek) arányából számítható*. Ha a mutatószám egyhez tart, akkor a hálózat sűrűnek, ellenkező esetben ritkának tekinthető. A mérőszámmal kapcsolatos alapvető probléma a hálózat méretére (csomópontok számára) való érzékenységében rejlik, ami miatt két különböző kiterjedésű hálózat összehasonlításánál torzító hatással kell számolnunk (Scott 2000). Erre vezethető vissza, hogy abban az esetben, amikor a saját vizsgálatunkba bevont intézetek méretei jelentősen eltértek egymástól, a sűrűséget jellemző mutatószám relevanciáját – az intézetek összehasonlítására való alkalmasságát – elégtelennek kellett tekintenünk.

2.1.2. Központiság (centrality)

A centralitás fogalma első megközelítésben helyi és globális szinten értelmezhető. A helyi szintű centralitás feltárása során azt vizsgáljuk, hogy *egy csomópont több vagy kevesebb éllel rendelkezik-e mint a többi*, ha csak az adott csomópontához tartozó élek kerülnek figyelembevételre. A helyi centralitást jellemző egyik számítási mód a *fok-centralitás* (degree centrality), amikor abból indulunk ki, hogy a szereplő aktivitását a fok (azaz a hozzá közvetlenül kapcsolódó más szereplők száma) jól méri. Amennyiben a centralitást minden szereplőnél egyszerűen a fokkal tesszük egyenlővé, szembe kell néznünk azzal a problémával, hogy a mutató által szolgáltatott információ függ a háló nagyságától, így összehasonlításra vagy csak az adott hálón belül, vagy két egyforma méretű kapcsolatháló esetén használható. Az általunk kitűzött vizsgálati cél szempontjából tehát ezúttal is hasonló nehézség adódik, mint a sűrűség vonatkozásában, ezért a centralitási index alkalmazását el kellett vetnünk.

A *globális centralitás* fogalma (amit közelség-centralitásnak (closeness centrality) is neveznek) arra a jelenségre utal, hogy egy szereplő akkor van központi helyzetben, *ha minden tagot viszonylag könnyen és gyorsan elér*, így nem kell más szereplőkre hagyatkoznia. Vizsgálata különösen nagy jelentőséget nyer például az információgyűjtésnél, hiszen több szereplő belépése az információs láncba általában annak torzulásához vezet. Egy csomópont akkor van globálisan központi helyzetben, ha a hálózatban sok más csomóponthoz közel helyezkedik el. Kvantifikálása azon az elképzelésen alapul, hogy a centralitás fordítottan arányos a szereplők közti távolsággal, így ha összegezzük egy szereplő összes többi ponttól mért távolságát, akkor ennek reciprokát képezve nyerjük az adott szereplőre jellemző, közelségen alapuló központiság-mutatót. Két pont közötti távolság a két pont közötti legrövidebb út (földrajzi távolság) hosszával egyenlő. Az index minimuma 0, ami akkor jellemző, ha egy vagy több pont nem érhető el a vizsgált pontból, mivel az izolált helyzetben (a többitől végtelen távolságra) van. Maximális értékét akkor veszi fel a vizsgált szereplőre vonatkozóan, ha az a háló minden más pontjával szomszédos. Mivel a helyi és a globális centralitás is függ a hálózat méretétől, ezért szintén nem alkalmazható a mi vizsgálatunkban.

2.1.3. Közöttiség (betweenness)

A centralitás harmadik számítási/értelmezési lehetősége az ún. *közöttiség centralitás* (betweenness centrality), amely azon a felismerésen nyugszik, hogy igazán azoknak a szereplőknek van hatalma, akik képesek ellenőrizni a kapcsolathálóban áramló erőforrásokat, azaz akik *sok másik szereplő között helyezkednek el*. Kevés éllel rendelkező csomó is fontos közbülső szerepet játszhat (Scott 2000). Így például, ha egy adott pontból a legrövidebb út egy másik pont felé két másik szereplőn keresztül vezet, a két közbülső szereplő meghatározó lehet a kapcsolatokban (ezek a közvetítők vagy brókerek). Burt (1992) ugyanezt az összefüggést már korábban megfogalmazta a „structural holes” (strukturális lyukak) elméletében. Ennek megfelelően tulajdon-

képpen azokat az utakat kell összegeznünk, amelyek minimális hosszúságúak, és keresztülhaladnak az adott szereplőn. A legegyszerűbb azt feltételezni, hogy a két szereplő között áramló erőforrások mindig a legrövidebb utat választják, mivel elképzelhető, hogy több ilyen is van – azzal a kikötéssel élve, hogy mindegyik egyformán valószínű. Ha egy szereplő az összes legrövidebb úton rajta van, akkor az index maximális szintjét veszi fel, ha pedig egyiken sincs rajta, akkor értéke 0. Az index egyrészt amiatt marasztalható el, mert számításánál feltételezik, hogy a két pont közti legrövidebb távolságok választása egyformán valószínű. Sokkal valószínűbb ezzel szemben, hogy azon a legrövidebb úton áramlik az információ, amelyen a magas fokszámú szereplők találhatók. A mi általunk vizsgált jelenségek esetében is igaz ez: azokon a csomópontokon (kutatókon) keresztül áramlik a tudás, amelyek több éllel (publikációs kapcsolattal) rendelkeznek. Az indexszel kapcsolatos másik probléma, hogy csak a legrövidebb utakat veszi figyelembe, holott elképzelhető – például a kommunikációs hálózatokban –, hogy az információ elrejtése céljából a hosszabb utakat preferálják a szereplők. A mi publikációs hálózatunk is felfogható egyfajta kommunikációs hálózatként, amelyben a közbülső emberek szerepét az első körös külföldiek játsszák – a saját nemzetközi társszerzőik és a magyar kutatók között áramoltatva a tudást, információt. A mérőszámot az előbb említett hibái és a kutatás korlátai miatt (két körben néztük meg a publikációs kapcsolatokat) elemzésünkben nem tudtuk hasznosítani.

2.1.4. Centralizáció (centralization)

A centralizáció – hasonlóképpen a sűrűség korábban már bemutatott mérőszámához – az egész hálózatra jellemző információt ad, egymás fontos kiegészítőinek tekinthetők. A sűrűség a hálózat összetartásának, kohéziójának egy általános szintjét, míg a centralizáció annak a mértékét mutatja meg, hogy a *kapcsolódások mennyire csoportosulnak a különleges gyűjtőponti csomópontok köré*. A centralitás (fentiekben már említett: helyi és globális szintű, valamint a közöttséget mérő) értékei 0 és 1 közé esnek. Ha mindhárom mérőszám nagysága 1, akkor csillag – „star” – hálózatról beszélhetünk. Ha értékük 0, akkor ez azt jelenti, hogy mindegyik csomó minden más csomóhoz kapcsolódik. Általában a két extrém eset között találhatók a valós hálózatok. Annak a módszertani kérdésnek az eldöntése, hogy melyik mérőszámot kell alkalmazni, általában attól függ, hogy a hálózat milyen specifikus szerkezeti jellemzőjét kívánjuk megvilágítani. Mivel összességében a hálózat centralizációja az előzőekben már említett mérőszámok függvénye – lévén, hogy ezek relevanciáját kutatási célkitűzéseink szempontjából megkérdőjeleztük –, így a hálózati centralizáció sem nyújt ezen a területen használható információkat.

Összefoglalva, a most ismertetett mérőszámok saját vizsgálataink szempontjából megnyilvánuló használhatatlansága arra vezethető vissza, hogy nagyon érzékenyek a hálózat méretére, vagyis két különböző méretű hálózat összehasonlítására nem alkalmasak. A mi esetünkben a hálózat mérete ráadásul még egyéb tényezőktől

is függ: így attól, hogy az egyes intézetek tagjai között hány magyar szerző publikált külföldivel, valamint attól, hogy a külföldiek mekkora nemzetközi publikációs hálózat tagjai. Számunkra fontos tényező az is, hogy egy publikációra hány társszerző jut, mivel ez határozza meg az egy publikációra jutó becsült élek számát.

2.2. A nemzetközi publikációs hálózat „értékének” mérése

Kiindulópontunkat az akadémiai tudástranszferek fontos hálózati jellemzőinek meghatározása során az ún. innovációs rendszerek (Systems of Innovation) irodalma (pl. Lundvall 1992, Nelson 1993) képezi. A gazdasági szempontból hasznos új ismeretek megszerzése ugyanis elsősorban három rendszerjellemezőn múlik: a rendszerben részt vevő aktorok számán, az aktorok által felhalmozott tudás mennyiségén és a tudás létrejötte során tapasztalható kölcsönhatás 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 (pl. kutatási együttműködések, közös tanulás).

Tanulmányunkban arra az álláspontra helyezkedünk, 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 tacit és kodifikált 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 kutató hálózaton belüli pozíciójától függ. Vagyis, a hozzáférhető tudás a hálózat méretére, a hálózat tagjai által birtokolt tudásra, a tagok közötti, tudásátadással járó kapcsolattartások intenzitására és az egyes kutatók hálózaton belüli pozíciójára vezethető vissza. A nagy méret, a hálózat tagjainak magas tudásszintje és kapcsolattartásuk gyakorisága alapvető fontosságúak a tudás hálózaton belüli folyamatos bővülése szempontjából (ld. részletesen az SI szakirodalomban), 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, mely (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 a pozícióját is, elsősorban azáltal, hogy a partner a hálózatban

felhalmozott (és a jó hírnévvel rendelkező kutatónál koncentrálódó) tudáshoz könnyebben hozzáfér, másodsorban pedig azért, hogy (a nagyobb láthatóság következtében) jobb lehetőségei származnak saját kapcsolatai számának növelésére. Emiatt egy alacsonyabb tudományos eredményt felmutató kutató is hozzáférhet magas szintű tudáshoz, amennyiben közvetlen partnere igen jó hírnévvel bír. Mindez az illető kutató számára nagyobb kutatási hatékonyságot eredményezhet.

Következésképpen, egy jobb minőségű hálózati kapcsolat előnye abban rejlik, hogy *növeli a kutatási hatékonyságot egyrészt közvetlenül* (mivel a valóban releváns 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 (különösen a közvetlen hálózati partner tudása) valóban jellemzik a hálózati kapcsolatok minőségét.

A kutatói hálózatok tudástranszferre gyakorolt hatásának empirikus elemzéséhez a Pécsi Tudományegyetem (PTE) 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 ezen kutatóegységek tudástranszfer tevékenységét. Elemzésünk az élet- és természettudományok területén elért (PTE szinten) kiemelkedő publikációs eredményekre koncentrálódott. Vizsgálatunk a 2000-es év publikációira terjedt ki, az adatok forrásaiként pedig a PTE könyvtára, valamint a Science Direct és az EBSCO host 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 (1. táblázat).

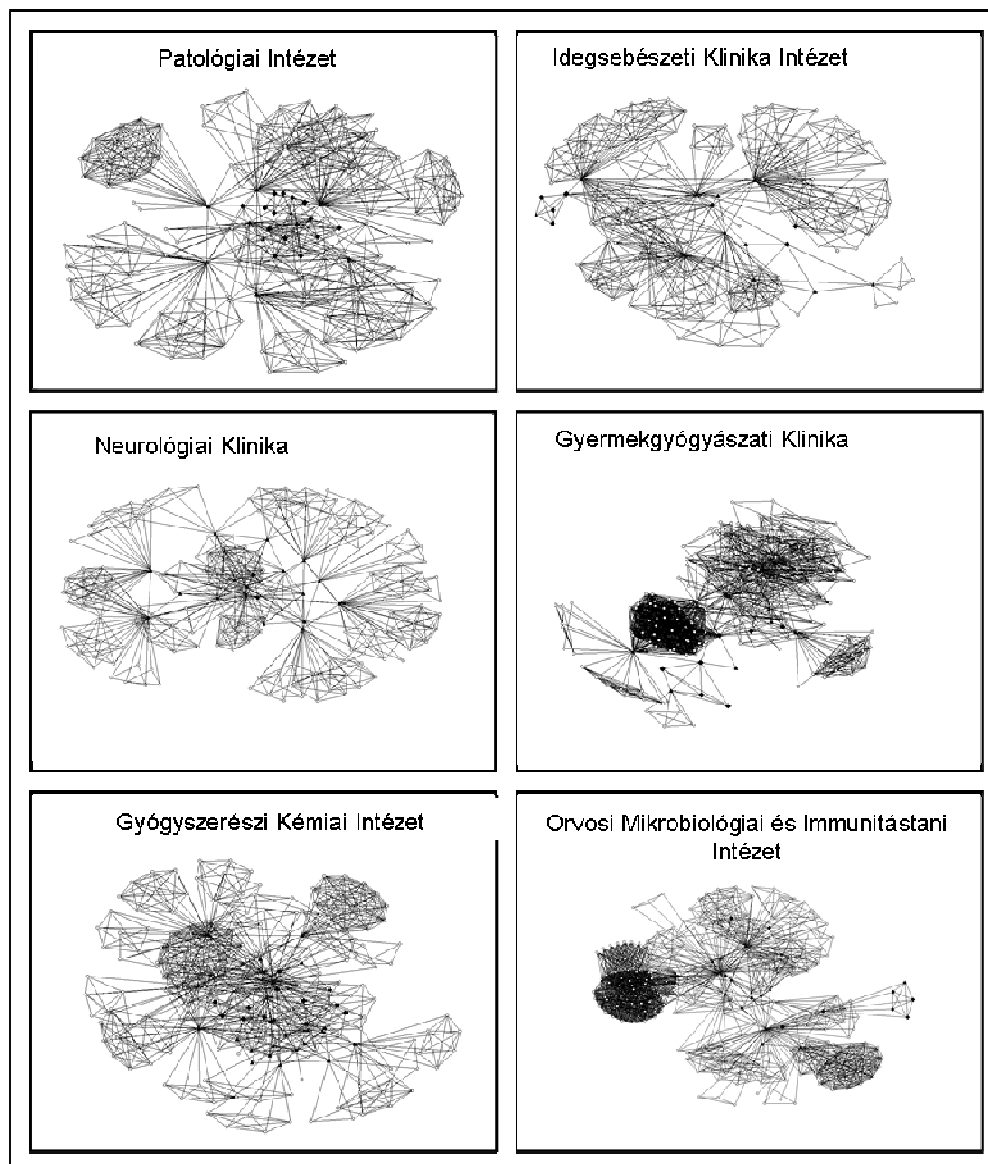
A nemzetközi kutatói hálózatokat, amelyekhez a PTE vizsgált kutatóhelyei kapcsolódnak, a PTE kutatóinak számával és a közvetlen szerzőtársak számával, valamint a nemzetközi kutatótársak közvetlen társszerzőinek számával jellemezzük. Az 1. táblázat tanulsága szerint a kutatói hálózatok mérete jelentős változékonyságot mutat. A különböző hálózatok belső struktúráját még nagyobb változékonyság jellemzi. Mivel szimultán kapcsolat fedezhető fel a tudományos kiválóság (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 társszerzők hálózaton belüli pozíciójára, a hálózat méretére és a hálózaton belüli kapcsolattartás szintjére helyezi a hangsúlyt.

1. táblázat A mintában szereplő PTE kutatási egységek publikációs alap adatai, 2000

	Nemzet- közi pub- likációk száma	PTE Társ- szerzők száma	PTE inté- zetek nem- zetközi társzerzői- nek száma	PTE intézetek nemzetközi társ- szerzőinek nem- zetközi társszer- zőinek száma
Neurológiai Klinika	4	2	19	152
Anatómiai Intézet	18	11	6	102
Biofizikai Intézet	7	6	7	54
Immunológiai és Biotechno- lógiai Intézet	4	3	13	77
Gyógyszerészi Kémiai Inté- zet	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 Farmakoterápiai 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

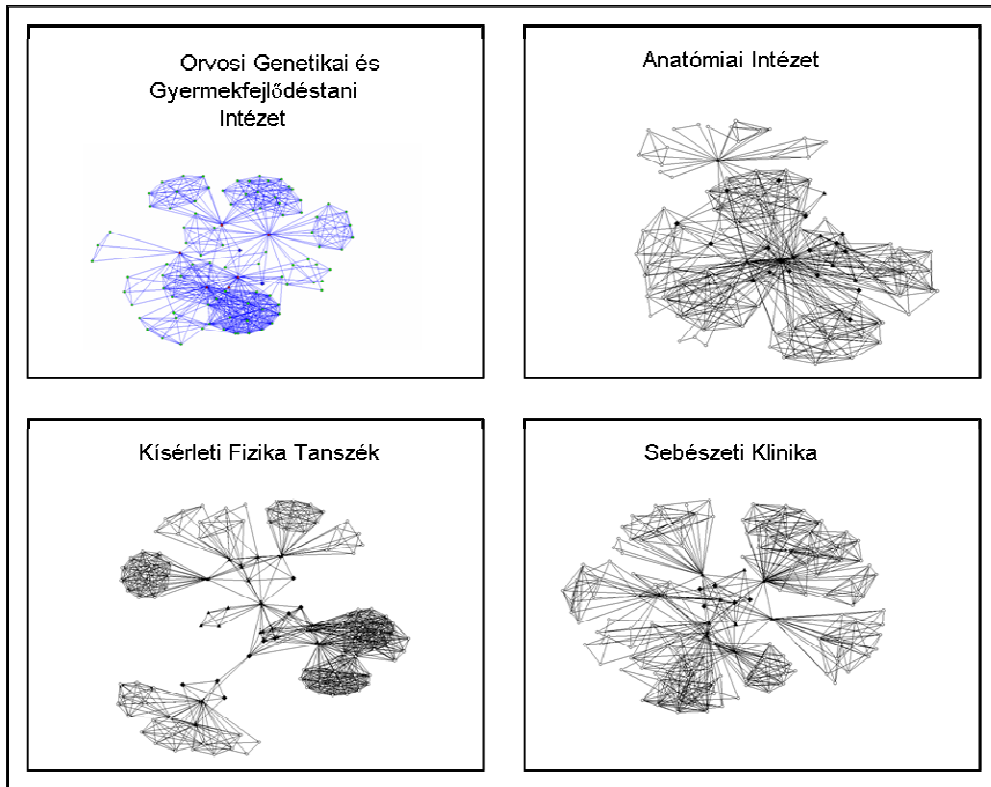
1. ábra Nagyméretű hálózatok



Forrás: saját szerkesztés

Megjegyzés: a négyzetek a magyar társszerzőket, a háromszögek a külföldi első körös, az üres körök pedig a külföldi másod körös szerzőket reprezentálják.

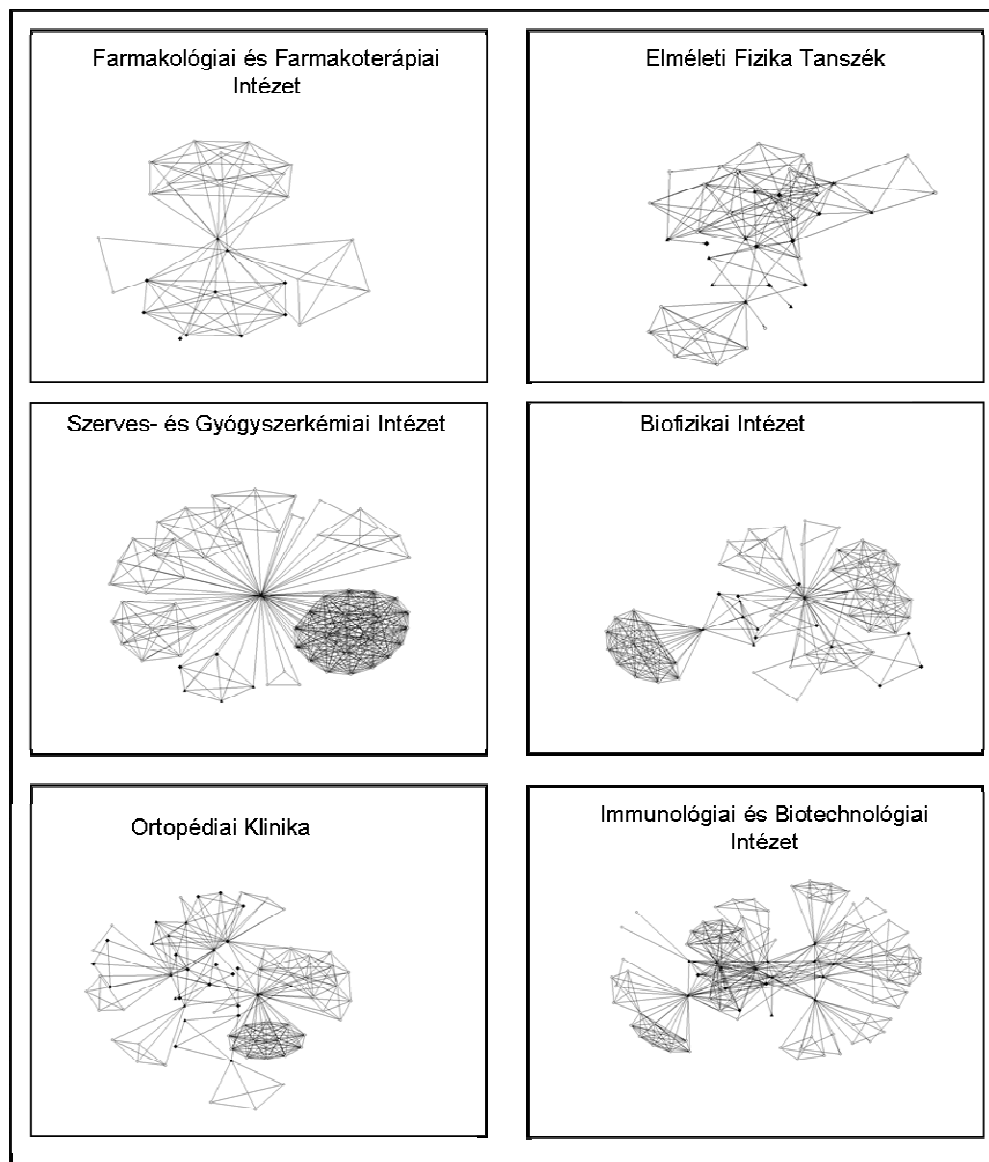
2. ábra Közepes méretű hálózatok



Forrás: saját szerkesztés

Megjegyzés: a négyzetek a magyar társszerzőket, a háromszögek a külföldi első körös, az üres körök pedig a külföldi másod körös szerzőket reprezentálják.

3. ábra Kisméretű hálózatok



Forrás: saját szerkesztés

Megjegyzés: a négyzetek a magyar társszerzőket, a háromszögek a külföldi első körös, az üres körök pedig a külföldi másod körös szerzőket reprezentálják.

Mintánkban az egyes kutatási egységek hálózati kapcsolatainak minősége jelentős változékonyságot mutat. Némely kapcsolatot “*gyenge minőségűnek*” írhatunk

le, mint például a Farmakológia és Farmakoterápia Intézet esetében (3. ábra), ahol két közvetlen nemzetközi társszerző feltehetőleg alacsony szintű hírnévvel rendelkezik (melyet kapcsolataik száma jelez), míg az együttműködés intenzitása szintén alacsony szintű a hálózaton belül (amit a hálózat tagjainak egymás közötti kapcsolatai mutatnak). Egy másik példaként említhetjük a Szerves- és Gyógyszerkémiai Intézetet (3. ábra), 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) hálózati kapcsolatainak minősége feltehetőleg igen magas, mivel egy nagyméretű hálózathoz kapcsolódik, a hálózat tagjai között intenzív az együttműködés és a kapcsolatok erősen koncentrálnak néhány közvetlen kutatópartner körül (akik valószínűsíthetően területük “sztártudósai”).

A hálózati kapcsolatok minőségének vizsgálatához *számszerűsíteni kell a meghatározó strukturális jellemzőket*. Mivel az elemzésünkben használni kívánt mérőszámok összehasonlíthatóságát biztosítani kell a különböző méretű hálózatok között, ezért a SNA-ban használatos mérőszámok közül a centralitás mutatói (amely a hírnév mérésére szolgálhatna) vagy pedig a sűrűség (mely a hálózati kapcsolatok intenzitását számszerűsíthetné) esetünkben nem megfelelőek (Scott 2000). Emiatt alkalmas mutatókat kellett kidolgoznunk a hálózat tudástranzferekre gyakorolt hatásának vizsgálatához.

A nemzetközi hálózat (tudástermelés szempontjából értelmezett) értékének mérésére – túllépve a SNA által ajánlott jellemzők körén – három mutatót tartottunk primer módon alkalmasnak, melyeket a következő alfejezetben ismertetünk.

2.1. A kutatás során kifejlesztett indexek

A *méret index* az első- és második körös 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 levő kapcsolat határozza meg. A nemzetközi hálózat nagyságát a nemzetközi publikációs partnerek számával közelítettük.

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

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

A MÉRET mutató értékei 0 és 1 közé esnek, ahol a legnagyobb hálózat kapja az 1 értéket.

A *koncentrálttság mérésénél* az 1-3. ábrák tanulsága szerint a PTE nemzetközi kutatópartnereinek hálózaton belüli pozíciója döntő szerepet kaphat a hálózati kap-

csolat 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:

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

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.

Az INT mutató a hálózat integráltságát méri, amellyel a hálózat tagjai közötti kapcsolatok intenzitását kívánjuk számszerűsíteni.

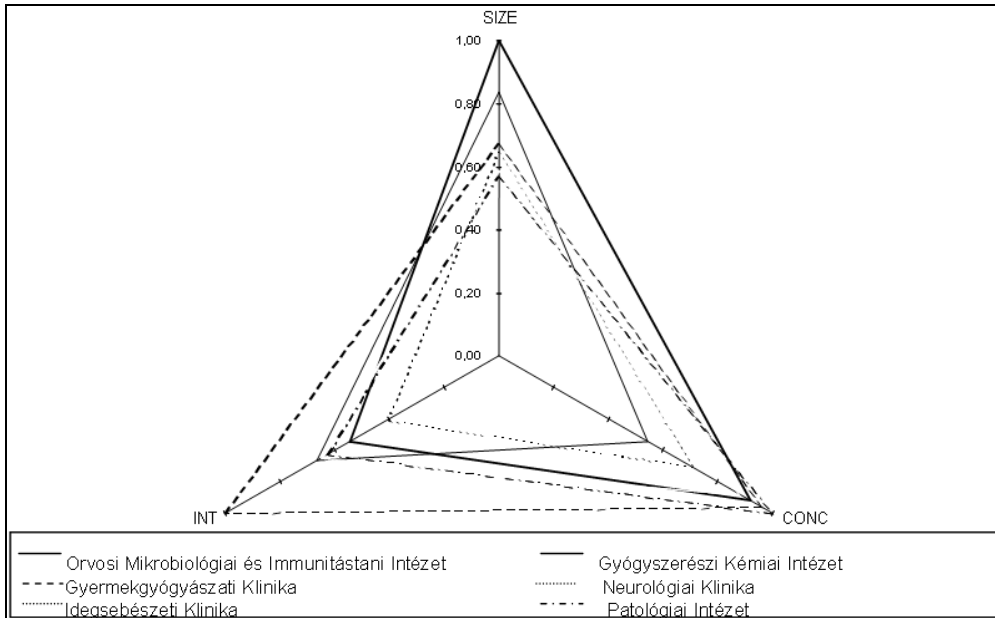
$$\text{INT}_i = [(\text{Adott publikáció kapcsolatainak átlagos száma}) / (\text{Adott publikáció társszerzői közötti kapcsolatok átlagos száma})]_i / [(\text{Adott publikáció kapcsolatainak átlagos száma}) / (\text{Adott publikáció társszerzői közötti kapcsolatok átlagos száma})]_{\max}^3$$

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 4-6. ábrák a vizsgált kutatói hálózatok MÉRET, KONC és INT mutatóinak értékeit szemléltetik három hálózati méretkategória szerinti bontásban. Az 1-3. ábrákat a 4-6. ábrákkal összevetve látható, hogy a három mutató igen jól közelíti a három hálózati jellemzőt.

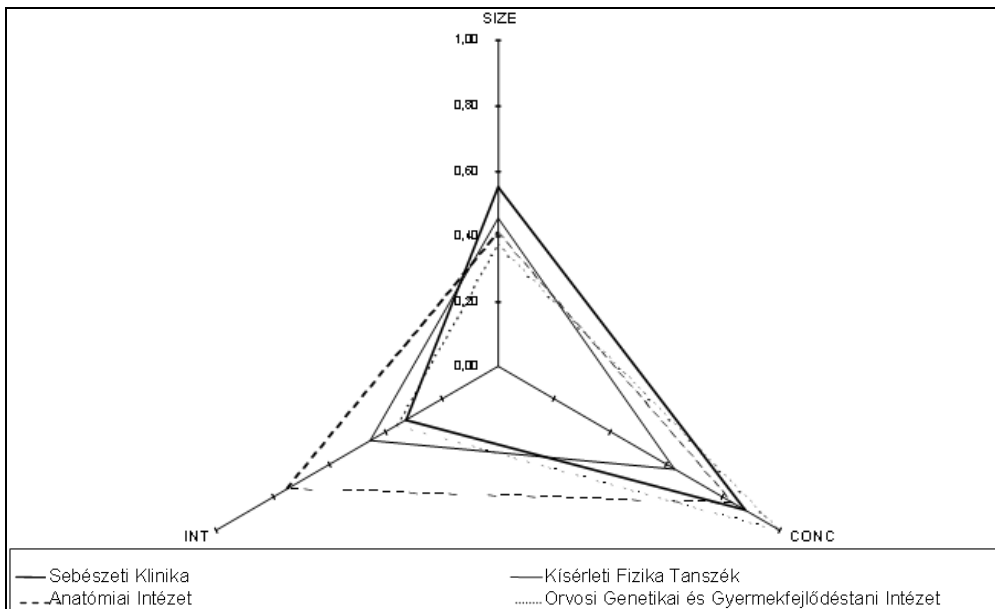
³ Az egy publikációra jutó kapcsolatok átlagos száma a szerzők közötti kapcsolatokat méri, melyet a következő módszerrel nyertünk: $N*(N-1)/2$, ahol N egy adott tanulmány társszerzőinek átlagos száma. Egy publikáció kapcsolatainak átlagos száma a hálózat méretének és a szakcikkek számának a hányadosa.

4. ábra SIZE, CONC, INT: Nagyméretű hálózatok



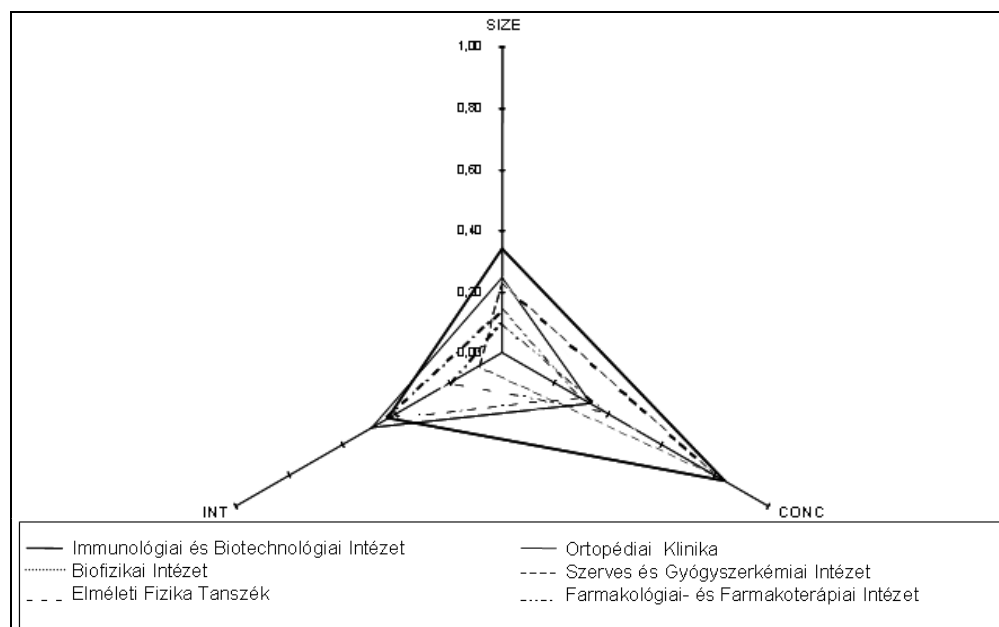
Forrás: saját szerkesztés

5. ábra SIZE, CONC, INT: Közepes méretű hálózatok



Forrás: saját szerkesztés

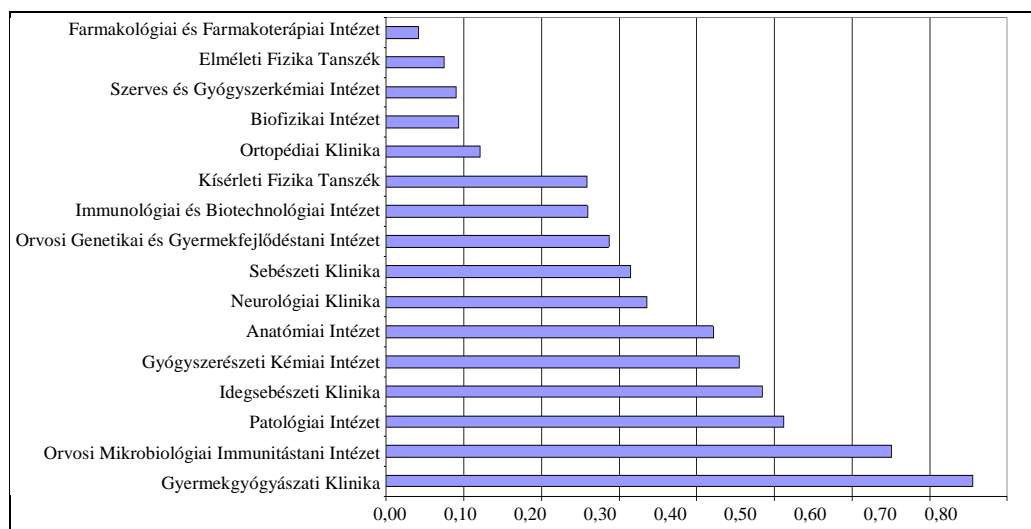
6. ábra SIZE, CONC, INT: Kisméretű hálózatok



Forrás: saját szerkesztés

A *hálózati kapcsolat minősége* – tükrözve a három strukturális jellemzőt – mindegyikükkel pozitív kapcsolatban áll. Hogyan lehet a három mutatót egyetlen mérőszámba integrálni, mely ezáltal a hálózati kapcsolatok minőségét mérné? A 4-6. ábrák 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 a hányadosaként (7. ábra). Minél közelebb van tehát a NETQUAL értéke 1-hez, annál magasabb egy adott kutatóhely hálózati kapcsolatainak minősége, amely a MÉRET, KONC és INT mutatók adott egységre vonatkozó kombinációjaként adódik.

7. ábra A hálózatminőség értékei kutatási egységenként



Forrás: saját szerkesztés

A fentiekben leírt összetett *hálózatminőség-index (NETQUAL)* véleményünk szerint alkalmas az általunk analizált nemzetközi hálózatok jelentőségét kifejezni, és reményeink szerint új eszköze lehet a tudományos produktivitás értékelésének.

3. 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 tudástranszfert modellezik, a *K+F kiadásokat* általánosan elfogadott input mérőszámként alkalmazzák. Megfigyelhető azonban, hogy azonos szintű kutatási kiadások akár igen különböző intenzitású innovációs hatásokat is eredményezhetnek. Az ilyen eltérésekért például olyan faktorok a felelősek, mint a más-más nívót képviselő helyi innovációs infrastruktúra, vagy a vállalkozói készség, vagy kulturális tényezők, mely utóbbiak azért lehetnek különösen fontosak, mert az innovációs együttműködések felé való 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 tudásáramlást eredményezhet magasabb minőséget képviselő nemzetközi kapcsolatok rendszerében.

A hipotézis empirikus teszteléséhez a Varga (2000, 2001), illetve az Acs és Varga (2005) által használt modell megoldását, a tudástermelési függvény (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 kutatás-fejlesztési kiadásokat, Z az egyéb magyarázó változókat jelöli, ε pedig a maradéktag. Feltételezzük, hogy a kutatási kiadások mellett a technológia transzfert meghatározza az is, hogy az illető kutatási egység milyen ipari tapasztalattal rendelkezik. 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 minőségű az illető kutatási egység kapcsolatrendszere:

$$\alpha_{1,i} = \beta_0 NET_i, \quad (2)$$

ahol NET_i a kutatási egységeket befogadó hálózatok bizonyos karakterisztikáját (minőségét) jelző mérőszám.

A következő empirikus elemzésben – mint az egyetemi tudástranszfer egyik tényezőjét – a *kutatói hálózatok egyetemi szabadalmakra vonatkozó hatását* tanulmányozzuk. A regressziós számítások során két különböző adatbázist használunk. Ezek közül az egyik a publikációs adatbázis (amelyet korábban már ismertettünk), a másik pedig a PTE egy kutatócsoportja által 2006-ban elkészített felmérés (Szerb és Varga 2006) eredményeiből táplálkozik. A K – mint a gazdaságilag hasznosítható tudományos-technológiai tudás – mérésére az egyetemi szabadalmakat tekintjük megfelelőnek. A tudástranszfert tehát a szabadalmi aktivitás méri. 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 regresszió-számítási technikát követjük. A 3. táblázat közli a futtatások eredményeit.

2. táblázat A regresszió analízis során használt adatbázis (a PTE innovációs kapacitásának felmérése és nemzetközi publikációs adatbázis közös halmaza) változóinak alap-statisztikái

Változó név	Magyarázat	Minimum	Maximum	Átlag	Szórás
PATANUM*	Elfogadott egyetemi szabadalmak száma (2000-2005)	0.00	5.00	0.39	1.16
PROJBUD17	A hét legfontosabb kutatási projekt értéke Euro-ban (2000-2005)	50 000	3 701 000	894 000	1 144 000
CONC	A koncentráció indexe (2000-es publikációk)	0.29	1.00	0.66	0.25
INT	A kapcsolatok intenzitásának indexe (2000-es publikációk)	0.09	1.00	0.47	0.21
SIZE	A méret indexe (2000-es publikációk)	0.09	1.00	0.46	0.28
NETQUAL	A hálózat minőségének indexe (2000-es publikációk)	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

Forrás: saját szerkesztés

Megjegyzés: A *-gal megjelölt változók értéke a válaszban szereplő intervallumok középtéke.

3. táblázat Negatív binomiális regressziós eredmények az egyetemi szabadalmak számára, 23 PTE kutató csoportra, 2000-2005

	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	M 7	M 8	M 9	M 10	M 11
PROJBU	-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)
	1.01E-06*** (3.33E-07)	1.30E-06*** (5.04E-7)	1.17E-06*** (4.93E0-7)	9.89E-07* (5.51E-07)							
PROJBU*SIZE					1.02E-06 (6.65E-07)	2.42E-06* (1.29E-06)					
PROJBU*CONC							1.52E-06** (6.70E-07)	1.73E-06* (9.75E-07)			
PROJBU*INT									1.14E-06* (6.10E-07)	1.70E-06* (8.99E-07)	
PROJBU*NETQUA											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+COBENUM			0.861 (0.537)								
PHARMAI				1.838 (1.520)		5.606** (1.520)		4.350** (1.520)		4.429*** (1.520)	6.426** (1.520)
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	-10.41	-10.19	-9.604	-16.285	-8.409	-13.047	-8.174	-15.556	-9.198	-7.999
N	23	23	22	23	23	23	23	23	23	23	23

Forrás: saját szerkesztés

Megjegyzés: sztenderd hiba becslések a zárójelekben található; * p < 0.10, ** p < 0.05, *** p < 0.01.

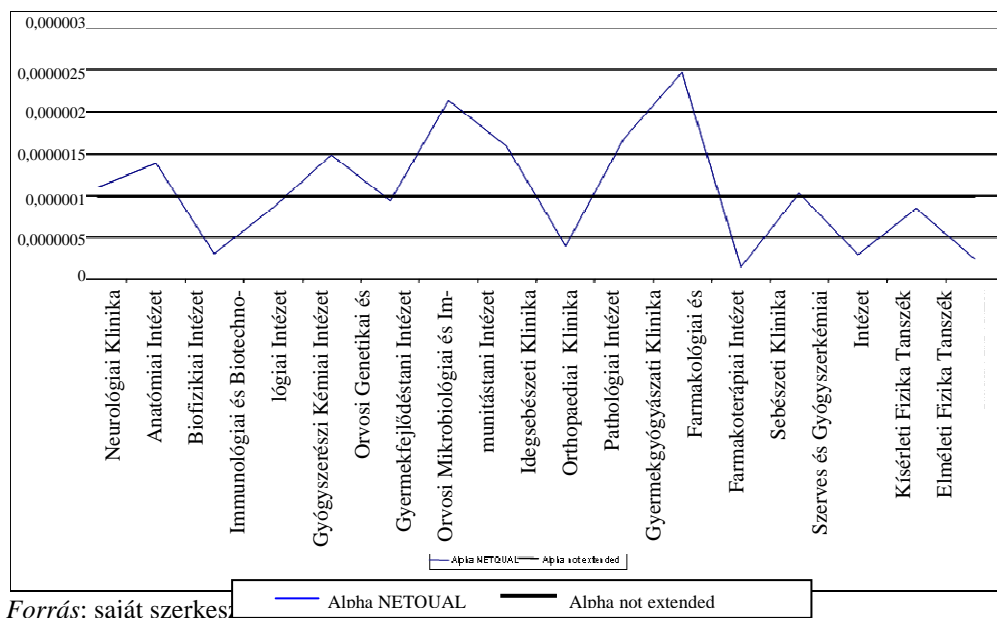
A modellfeltevéseknek megfelelően a K+F kiadások értéke (PROJBUD) erősen szignifikáns és pozitív paraméterrel szerepel az egyenletben (M1). A hazai vállalati együttműködési tapasztalat hatása (amelyet az innovációs együttműködésben részt vett magyar vállalatok számával mérünk) is pozitív és szignifikáns (M2), mindez viszont nem teljesül a nemzetközi cégekkel való együttműködésre vonatkozóan (M3). Az 1-es 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 tesztelésére vezettük be a PHARMA1 dummy változót (M4). 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 M5, M7, M9 egyenletek a SIZE, a CONC és az INT hatásait vizsgálják, míg az M6, M8 és M10 modellek ugyanezen változók hatásait, de a kiugró értékű kutatócsoport (PHARMA1) elkülönített kezelésével. Általánosan megállapítható, hogy a három hálózat-karakterisztika pozitív és marginálisan szignifikáns ($p < 0,10$) hatást jelez oly módon, hogy a szabadalmi aktivitásban az 1-es gyógyszerészeti kutatócsoport az átlagtól eltérő szabályosságokat követ (a PHARMA1 paramétere mindegyik modellben határozottan szignifikáns és pozitív). Az M11 a nemzetközi hálózati kapcsolatok minőségének hatását tárja fel: a becsült paraméter (hasonlóan a hálózat-karakterisztikákra irányuló vizsgálódás tapasztalataihoz) pozitív és enyhén szignifikáns. A minőség komplex mutatójával lefuttatott regresszió illeszkedése a legnagyobb a többi modellhez viszonyítva, ami a hálózati kapcsolati minőség-hatás 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 technológia transzfer intenzitásában. Milyen különbségeket jelez az elemzés az egyes kutatóhelyek között? Mely hálózati jellemző hatása a legerősebb? Az elemzés következő fázisában erre keresünk választ.

A 8. ábra az M11-es modell eredményeinek felhasználásával az α_i becsült értékeit szemlélteti (Alpha NETQUAL) a publikációs mintában szereplő kutatási egységekre vonatkozóan. A vízszintes vonal az α_i M4-es modellben becsült értékénél húzódik. Ez az érték a K+F kiadásoknak a szabadalmaztatásra gyakorolt átlagos hatását méri, tekintet nélkül arra, hogy az illető kutatási egység milyen színvonalú nemzetközi hálózati kapcsolattal bír. Az ábra a publikációs hálózati kapcsolatok minősége alapján jelentős különbségekre enged következtetni az egyes egységek között. A maximális becsült α_i értéke 18-szorosa a minimális értéknek!

8. ábra A hálózati minőség hatása az egyetemi szabadalmi aktivitásra



Forrás: saját szerkesztés

Milyen hatást gyakorolnak az egyes hálózati jellemzők arra, hogy a kapcsolati minőség hogyan befolyásolja a K+F kiadások szabadalmaztatásra gyakorolt hatását? A 4. táblázat regressziós egyenlete erre keresi a választ. A koncentráltóság hatása a legerősebb (1 százalékos CONC változás 0,71 százalékos növekedést eredményez az egységek becsült α_1 értékeiben), amit a méret (SIZE) és a kutatók közötti együttműködések intenzitása (INT) követ.

4. táblázat A hálózat karakterisztika hatása a hálózat minőség paraméterére.
Független változó: Log(NET)

Modellváltozók	Becsült paraméterek
Constans	12.512*** (0.392)
Log(CONC)	0.709*** (0.033)
Log(INT)	0.568*** (0.023)
Log(SIZE)	0.635*** (0.024)
R^2	0.998
N	23
F-statisztika	3467.506***

Forrás: saját szerkesztés

Megjegyzés: sztenderd hiba becslések a zárójelekben található; ***: $p < 0.01$.

4. 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 (pl. Szilícium-völgy) és az újonnan létrejövő technológiai központok világszerte tanúsítják. A szakirodalom alátámasztja azt, hogy a kutatóhelyi tudástranszfer hatékonysága számos tényezőnek a függvénye. Tanulmányunk ezen eredmények továbbgondolásaként a kutatói hálózati kapcsolatok minőségének a szerepét vizsgálta. Megállapítottuk, hogy *a kutatói hálózati kapcsolatok minősége befolyásolja, hogy egy adott kutató milyen mennyiségű ismerethez képes hozzáférni a más kutatókkal való kapcsolattartás által*. Mindez összefüggésben van a hálózatban felhalmozódott tudással és a hálózatba belépő kutató pozíciójával is.

Vizsgálataink során a Pécsi Tudományegyetem élet- és természettudományi kutatóhelyeinek nemzetközi publikációs kapcsolatrendszeréről, azok hálózatairól gyűjtöttünk adatokat. Tanulmányunkban erre az információs bázisra alapozva elemeztük a hálózat méretének, a tudás közvetlen nemzetközi társszerzőknél való koncentrációjának és a hálózat tagjai közötti kapcsolattartás intenzitásának a publikációs eredményekre gyakorolt hatását.

Az egyetemi tudástranszfer szakirodalmához való hozzájárulásunk az alábbiakban foglalható össze:

- bevezettük a “hálózati kapcsolatok minőségének” a fogalmát a kutatói hálózatok egyetemi tudástranszferekre gyakorolt hatásának a méréséhez,
- alkalmas mutatókat fejlesztettünk ki a hálózatok méretének és koncentrációjának, valamint a hálózati tagok közötti kapcsolattartás intenzitásának a mérésére,
- a hálózat minőségének mérésére egy összetett mutatót dolgoztunk ki,
- a tudástermelési függvény fogalmi keretei között a hálózati jellemzők egyedi mutatóinak és a hálózati kapcsolat összetett indexének a hatásait vizsgáltuk az egyetemi szabadalmi aktivitásra,
- teszteltük az egyes hálózati jellemzőknek a kapcsolatminőség szabadalmi hatásában betöltött szerepét.

Eredményeink arra engednek következtetni, hogy *a nemzetközi hálózati kapcsolatok minősége hatással van az egyetemi tudástranszferekre*. Emiatt nemcsak a makroszinten értelmezett kutatási kiadásoknak az egyes egyetemeken zajló kutatási projektek közötti szétosztása a meghatározó, hanem a nemzetközi hálózatokba belépő kutatók pozíciója, és a hálózatban felhalmozódott tudásszint is. A tanulmány fő gazdaságpolitikai következtetéseként megfogalmazhatjuk, hogy a tudásalapú gazdasági fejlődés támogatásának eszközeként nem csak a K+F támogatások alkalmazhatók, hanem az egyetemi kutatói hálózatok ésszerű támogatása is jelentős szereppel

bírhat. A Pécsi Tudományegyetem esetében kimutattuk, hogy a magas pozíciójú nemzetközi kutatókkal való kapcsolatok kiépítésének a támogatása lehetne a legelőnyösebb formája az egyetemi szabadalmakra gyakorolt hálózatminőségi hatás erősítésére.

Szükséges szólnunk vizsgálatunk korlátairól, érvényességi köréről is. Először is, adataink mindössze egyetlen év publikációs hálózatára vonatkoznak – több évet átfogó információhalmaz esetleg az általunk közölttől eltérő eredményeket implikálna. Nem vettük továbbá figyelembe a PTE kutatóihoz közvetlenül kapcsolódó nemzetközi kollégák társszerzőinek 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.

Felhasznált irodalom

- Acs, Z. – Varga A. 2005: Entrepreneurship, agglomeration and technological change. *Small Business Economics*, 24, 323-334. o.
- Acs, Z. – Anselin, L. – Varga A. 2002: Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. *Research Policy*, 31, 1069-1085. o.
- Anselin, L. – Varga A. – Acs, Z. 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.* American Association of Geographers Annual Meeting, Special Session: “The Dynamic Geography of Innovation and Knowledge Creation”. San Francisco CA, April 17-21.
- Burt R S 1992: *Structural Holes: The Social Structure of Competition.* Harvard University Press, Cambridge, MA
- Coulon, F. 2005: The use of Social Network Analysis in Innovation Research: A literature review. Unpublished manuscript.
- 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. (in association with Varga A.) 2001: *Metropolitan Systems of Innovation. Theory and Evidence from Three Metropolitan Regions in Europe*. Springer, Berlin.
- Florax, R. 1992: *The University: A Regional Booster? Economic Impacts of Academic Knowledge Infrastructure*. Avebury, Aldershot.
- Franzoni, C. – Lissoni, F. 2008: Academic entrepreneurs: Critical issues and lessons for Europe. *CESPRI Working Paper*.
- Goldstein, H. 2008: What we know and what we don't know about the regional economic impacts of universities. *Working Paper*.
- Goldstein, H. – Drucker, J. 2006: "The economic development impacts of universities on regions: do size and distance matter?" *Economic Development Quarterly*, 20, 1, 22-43. o.
- Goldstein, H. – Maier, G. – Luger, M. 1995: "The university as an instrument for economic and business development." *Dill, D. – Sporn, B. (eds), Emerging Patterns of Social Demand and University Reform: Through a Glass Darkly*. Pergamon, Oxford, UK.
- Griliches, Z. 1986: Productivity, R&D, and basic research at the firm level in 1970's. *American Economic Review*, 76, 141-154
- Guiliani, E. 2007: The selective nature of knowledge networks in clusters: Evidence from the wine industry. *Journal of Economic Geography*, 7, 139-168. o.
- Guiliani, 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.
- Inzelt A. – Szerb L. 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.
- Lundvall, 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*. Paper presented at the ADRES Conference on 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.
- Ouimet, M. – Landry, R. – Amara, N. 2004: Network positions and radical innovation: a social network analysis of the Quebec optics and photonics cluster. Paper was presented at the DRUID Summer Conference 2004 on Industrial dynamics, innovation and development, Elsinore, Denmark.
- Ozman, M. 2006: Networks and Innovation. Survey of Empirical Literature. BETA Working Paper no. 2006-07, University of Strasbourg.
- Ponds, R. – van Oort, F. – Frenken, K. 2007: Interregional collaboration networks and regional innovation. Paper was presented at the 47th Congress of the European Regional Science Association, Paris.
- 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.
- Scott, J. 2000: *Social Network Analysis. A Handbook*. Sage, Thousand Oaks.
- Sivitanidou, R. – Sivitanides, P. 1995: The intrametropolitan distribution of R&D activities: theory and empirical evidence. *Journal of Regional Science*, 25, 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 L. – Varga A. 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.
- Varga A. 1998: *University Research and Regional Innovation: A Spatial Econometric Analysis of Academic Technology Transfers*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Varga A. 2000: Local academic knowledge spillovers and the concentration of economic activity. *Journal of Regional Science*, 40, 289-309. o.
- Varga A. 2001: Universities and regional economic development: Does agglomeration matter? In Johansson, B – Karlsson, C. – Stough R. (eds): *Theories of Endogenous Regional Growth – Lessons for Regional Policies*. Springer, Berlin, 345-367. o.
- Varga A. 2004: Az egyetemi kutatások regionális gazdasági hatásai a nemzetközi szakirodalom tükrében. *Közgazdasági Szemle*, 51, 259-275. o.