

SEBESTYÉN TAMÁS–BRAUN ERIK–ILOSKICS ZITA–
BILICZ DÁVID

Egyetemek és vállalatok kutatási együttműködése a helyi tudástermelésben

A hosszú távú gazdasági fejlődés motorja a folyamatos innováció, amelynek alapja a gazdasági szereplők interakciója során létrejövő tudás- és információáramlás. A különféle gazdasági szereplők – például a vállalatok és az egyetemek – tudásbázisa eltér egymástól. A gazdaságpolitika irányítói, valamint a vállalatok és az egyetemek is számos programot hoztak létre, hogy a rendelkezésükre álló információkat megoszthassák egymással, előremozdítva új vagy meglévő innovatív vállalatok létrehozását, fejlesztését. A szakirodalomban azonban kevés olyan vizsgálat született eddig, amely széleskörűen, több országra vonatkozóan feltárta volna a vállalatok és az egyetemek együttműködéseinek innovációra gyakorolt hatását. Ebben a tanulmányban az Európai Unió keretprogramjaiban részt vevők kutatási együttműködéseire vonatkozó adatain vizsgáljuk meg ezt a kérdést. Többrétegű hálózatelemzési módszert alkalmazunk térbeli panelökonometriai modellek és regionális tudástermelési függvény felhasználásával. A kapott eredmények arra mutatnak rá, hogy az innováció erősítéséhez diverz kapcsolati szerkezetre van szükség. Ez a sokféleség nemcsak abból áll, hogy több gazdasági szereplővel szükséges együttműködni, hanem eltérő intézménytípusokkal és régió kívüli partnerekkel is érdemes kapcsolatokat létrehozni. A gazdaságpolitikai programok és az egyetemi innovációs projektek kialakításakor tehát törekedni kell arra, hogy földrajzilag távolabbi partnerek bevonásával alakuljanak ki szorosabb együttműködések a vállalatok és az egyetemek között.*

Journal of Economic Literature (JEL) kód: D85, O31, O33, O34.

* A TKP2021-NKTA-19. számú projekt az Innovációs és Technológiai Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg. A tanulmányban felhasznált szabadalmi adatokat a RISIS2 (Research Infrastructure for Science and Innovation Policy Studies 2) segítségével használtuk fel, amelyet az Európai Unió Horizont 2020 kutatási és innovációs programja finanszírozott a 824091. számú támogatás keretében.

Sebestyén Tamás, PTE Közgazdaságtudományi Kar EconNet Kutatócsoport (e-mail: sebestyent@ktk.pte.hu).

Braun Erik, PTE Közgazdaságtudományi Kar EconNet Kutatócsoport (e-mail: braun.erik@pte.hu).

Iloskics Zita, PTE Közgazdaságtudományi Kar EconNet Kutatócsoport (e-mail: iloskics.zita@ktk.pte.hu).

Bilicz Dávid, PTE Közgazdaságtudományi Kar Közgazdaságtan és Ökonometria Intézet (e-mail: bilicz.david@ktk.pte.hu).

A kézirat első változata 2024. augusztus 27-én érkezett szerkesztőségünkbe.

DOI: <https://doi.org/10.18414/KSZ.2024.11.1199>

Bevezetés

Az intézmények és régiók közötti kutatási együttműködések az elmúlt évtizedekben széles körben vizsgálták. E kutatások alapja az a felismerés, hogy az innováció eredendően kollektív jelenség (például *Lundvall* [2010]), így az innovációs folyamatok megértésében különösen fontosak azok a kapcsolatok és hálózatok, amelyeken keresztül a szereplők együttműködnek, és amelyeken keresztül a tudás vagy az információ áramlik közöttük. E hálózatok struktúrája, valamint a szereplők bennük elfoglalt pozíciója jelentősen befolyásolja az innovációs tevékenységüket. Ha a hálózatok különböző területi egységek szereplőit kötik össze, akkor a szereplők térbeli elhelyezkedése és a hálózati kapcsolatok térbelisége sem kevésbé lényeges (*Hoekman és szerzőtársai* [2008], *Varga és szerzőtársai* [2014], *Sebestyén-Varga* [2013a], *Huggins és szerzőtársai* [2020]). A kutatási együttműködési hálózatokban való részvétel, valamint az azokban elfoglalt jó pozíciók meghatározó inputokat biztosíthatnak az innovációhoz, különösen azokban a régiókban, ahol a helyben rendelkezésre álló erőforrások viszonylag szűkösek (*Varga-Sebestyén* [2017], *Páthy* [2017], *Lengyel-Leydesdorff* [2015]).

A kapcsolódások jelentőségén túl az innovációs rendszerekkel (*Freeman* [1987], *Lundvall* [1992], *Nelson* [1993], *Vas-Bajmóczy* [2012]) vagy újabban a vállalkozói ökoszisztémákkal (*Acs és szerzőtársai* [2017], *Alvedalen-Boschma* [2017]) foglalkozó kutatások hangsúlyozzák, hogy a sikeres innovációs tevékenység feltétele, hogy különböző típusú szereplők kapcsolódjanak össze, és komplementer tudáselemeket megfelelő együttműködés alapján kapcsolják össze, használják ki. A vállalatok, egyetemek, kutatóközpontok, kormányzati szervek, pénzügyi intézmények és más, az innovációs folyamatokat támogató szervezetek közötti együttműködés mind ágazati, mind regionális szinten ösztönözheti az innovációs tevékenységet (*Jacobs* [1969], *Henderson* [1997], *Fritsch-Slavtchev* [2010], *Becker-Dietz* [2004], *Csáfordi és szerzőtársai* [2018], *D'Ambrosio és szerzőtársai* [2019]). Az egyetemek vagy más kutatóintézetek és a vállalatok közötti együttműködést és tudásáramlást e hálózatok egyik különösen fontos szempontjaként jelöli meg a szakirodalom, mivel ez a típusú kapcsolat csatornát teremt a kutatóintézetek és egyetemek alap- és alkalmazott kutatásai, valamint a piaci szereplők domináns innovációs tevékenységei között (*OECD* [2019], *Reichert* [2019]).

Az egyetemek és vállalatok – vagy másképpen az alapkutatás és az innováció – közötti kapcsolatok jelentősége számos gyakorlati gazdaságpolitikai programot hívott életre. Sőt maguk a kulcsszereplők is különféle alulról jövő kezdeményezésekkel és programokkal igyekeznek ezeket a kapcsolatokat erősíteni és fejleszteni. A különféle állami programok mellett maguk az egyetemek egyre gyakrabban hoznak létre inkubációs programokat az induló vállalkozások fejlődésének elősegítésére. Ezek a programok összekapcsolják a kutatókat a vállalatok és a befektetők képviselőivel, hogy megkönnyítsék az új üzleti vállalkozások, kipörgetett (*spin-off*) vállalatok létrehozását. A különféle kutatási pályázati rendszerek is növekvő súllyal veszik figyelembe a kutatási eredmények üzleti hasznosításának lehetőségét, az ilyen kimenetek vagy korábbi teljesítmények (ipari partnerekkel való együttműködés, szellemi

tulajdonjogok) versenyelőnyt jelentenek. Az egyetemek és a vállalkozások közötti szorosabb kapcsolatok tehát feltehetően ösztönzik az innovációt és ezen keresztül a gazdasági fejlődést. A régiók közötti kapcsolatrendszer innovációban betöltött meghatározó szerepére a szakirodalom számos alkalommal felhívta a figyelmet (például *Bathelt–Glückler* [2003], *Boschma* [2005], *Ter Wal–Boschma* [2009]), kitérve a régiók egymás közötti kapcsolatainak diverzitására ebben a folyamatban (*Eriksson–Lengyel* [2019], *Kogler és szerzőtársai* [2023]). Hiányoznak azonban azok a kutatások, amelyek azt vizsgálják, hogy a két csoport közötti együttműködés milyen mértékben ösztönzi ténylegesen az innovációt.

Ebben a tanulmányban ennek a kutatási résznek a zárásához járulunk hozzá. Az egyetemek vagy kutatóintézetek és a vállalatok közötti kutatási együttműködési kapcsolatait, valamint ezek intézményi és térbeli szerkezetét vizsgáljuk, továbbá azt, hogy az együttműködések szerkezete milyen kapcsolatban áll a helyi innovációs aktivitással. A két kritikus szereplőtípus elkülönítése mellett a tanulmány kiemelt célja a térbeliség szerepének vizsgálata. Az elemzések megpróbálják feltárni a régión kívüli kapcsolatok jelentőségét, amelyek megkönnyítik az új tudás átadását a régióban. Ezt a tudást azután az érintett helyi vállalatok vagy egyetemek az egész régióban terjeszthetik. E szempontok elemzésével a tanulmány célja annak megállapítása, hogy az egyetemek és a vállalatok közötti fokozott együttműködés valóban hozzájárul-e az innovációhoz és így a gazdasági fejlődéshez, továbbá az együttműködés mely dimenziói segítik elő leginkább az innovációt.

Szakirodalmi háttér

Míg az egyetemek regionális fejlődésben betöltött szerepét régóta vizsgálják (*Kotosz és szerzőtársai* [2015]), több tanulmány is kiemeli az egyetemek (vagy általában a felsőoktatási intézmények, kutatóintézetek) és a vállalatok közötti kapcsolatok fontosságát. A két intézménytípus közötti kapcsolatok vizsgálatának sokféle megközelítése létezik, sőt szisztematikus szakirodalomelemzések is készültek a témakörben: *Baleeiro Passos és szerzőtársai* [2023] szerint az egyetem és a vállalatok között 15 különböző mechanizmus azonosítható, amelyeket a szerzők öt kategóriába soroltak: tájékoztatás és képzés, K + F-projektek és tanácsadás, szellemi alkotások és tulajdonjogok, emberi erőforrások és közös vállalkozások. Mindegyik dimenzió valamilyen módon a tudásáramláshoz kötődik, bár eltérő tartalommal. Tanulmányunkban kifejezetten a közös kutatás-fejlesztési projektek vizsgálatára vállalkozunk.

Schaeffer és szerzőtársai [2018] brazil adatok felhasználásával kimutatta, hogy az innovációs tevékenység magasabb azokon a területeken, ahol egyetemek vannak jelen. *Audretsch–Lehmann* [2005] egy német induló vállalkozásokra vonatkozó mintán szintén arra a következtetésre jutott, hogy az egyetemek magasabb kibocsátása (mind a hallgatók, mind a publikációk tekintetében) pozitívan befolyásolja az új helyi induló vállalkozások arányát. Hasonlóképpen *Maietta* [2015] kimutatta, hogy egy olasz élelmiszer- és italgyártó vállalatokból álló minta innovációs tevékenységére pozitívan hatott az egyetemekkel való együttműködés. Regionális

szinten elemezve *Ponds és szerzőtársai* [2009] arra a következtetésre jutott, hogy az egyetemek és a vállalatok közötti interregionális együttműködési hálózatok (a közös publikációkkal mérve) meghatározó tudásáramlási csatornát jelentenek a holland régiók esetében.

Más tanulmányok tovább árnyalják az egyetemek és vállalatok közötti együttműködés egyszerű pozitív hatását. *D’Este–Iammarino* [2010] megállapította, hogy az egyetem földrajzi közelsége és a kutatás minősége befolyásolja az intézmények közötti közös kutatási együttműködés gyakoriságát. *Bruneel és szerzőtársai* [2010] azonban az egyetemek és vállalatok közötti együttműködés akadályaira hívja fel a figyelmet: ezek az akadályok alapvetően a két intézménytípus eltérő orientációjából fakadnak (tudástermelés *versus* tudáshasznosítás, nonprofit *versus* profitvázérelt működési logika), de a kooperáció során megjelenő úgynevezett tranzakciós (szellemi tulajdonnal kapcsolatos konfliktusok, adminisztrációs) nehézségek is lényegesek. A szerzők szerint az együttműködők szélesebb köre és a korábbi együttműködésekben felépült bizalom képes csökkenteni ezeket az akadályokat. Bár ezek az eredmények alapvetően megerősítik azt a hipotézist, hogy a vállalatok és a felsőoktatási intézmények vagy kutatóintézetek közötti együttműködés hozzájárulhat az innováció különböző dimenzióihoz helyi szinten, ezek a vizsgálatok jellemzően valamilyen specifikus területi egységre vonatkoznak, így kevésbé általánosíthatók, és nem is minden esetben mérik kifejezetten az innovációs tevékenységet. A feltételes módot erősíti *Vallance és szerzőtársai* [2017] munkája is, akik RIS3 stratégiákra¹ összpontosító kérdőíves adatokat elemezve mutatják meg, hogy a kevésbé innovatív régiók az egyetemek és a vállalatok közötti kapcsolatok megléte ellenére sem tudják hatékonyan kihasználni ezeket a kapcsolatokat a tudományos kutatás és az üzleti tevékenységek közötti illesztési pontként. Mindez tehát arra mutat, hogy a két szereplőtípus közötti kapcsolatrendszer és annak tágabb regionális innovációra gyakorolt hatása további kutatást igényel.

A korábban idézett tanulmányok vagy felmérési adatokat (*Kotosz és szerzőtársai* [2015], *Maietta* [2015], *Bruneel és szerzőtársai* [2010], *Vallance és szerzőtársai* [2017]), vagy a kutatási együttműködésre vonatkozó konkrét nemzeti adatbázisokat (*Schaeffer és szerzőtársai* [2018], *Audretsch–Lehmann* [2005], *Ponds és szerzőtársai* [2009], *D’Este–Iammarino* [2010]) használnak, ezzel természetes módon leszűkítve a vizsgálat területi megközelítését egy-egy régióra vagy országra. Néhány munka (*Akcomak és szerzőtársai* [2018], *Reillon* [2017], *Roediger–Schluga–Barber* [2008], *Caloghirou és szerzőtársai* [2001], *Sousa–Salavisa* [2015]) azonban az EU által finanszírozott keretprogramokról (*Framework Programs, FP*) rendelkezésre álló adatok alapján vizsgálja az egyetemek és vállalatok közötti együttműködést, ezáltal szélesebb kontextust biztosítva az eredményeknek. *Caloghirou és szerzőtársai* [2001] 1983–1996 közötti adatokra vonatkozóan nagyszabású elemzést végzett, amelyből kiderül, hogy az egyetemek a projektek több mint felében részt vesznek, és szerepük az idő előrehaladtával növekszik. Ezt *Protogerou és szerzőtársai* [2013] hasonló,

¹ Kutatási és innovációs intelligens szakosodási stratégia (*Research & Innovation for Smart Specialisation Strategy, RIS3*).

de hosszabb, 2009-ig terjedő időszakon elvégzett elemzése is megerősíti, kiemelve, hogy a vállalati szféra részvétele ezekben a projektekben természetesen kisebb, ugyanakkor a periférikus régiók és új EU-tagok vezető szerepe a projektekben még nem kiforrott. Fontos ugyanakkor, hogy a periférikus országok egyetemei jelentős és ezen keresztül tudásközvetítő szereplői az együttműködési hálózatoknak. Ezt az eredményt erősíti meg *Sousa-Salavisa* [2015] a portugál együttműködési projektekéről szóló tanulmányban, amelyből kiderül, hogy az egyetemek jelentősen hozzájárulnak ezekhez a hálózatokhoz, és egyre inkább a középpontba kerülnek. Bár a szerzőpáros nem kifejezetten az egyetemek és a vállalatok együttműködésével foglalkozik, más tanulmányok áttekintést nyújtanak a keretprogramokban megfigyelhető együttműködési mintázatokról. *Reillon* [2017] átfogó áttekintést ad a keretprogramok különböző hullámairól, míg *Roediger-Schluga-Barber* [2008] a különböző keretprogramok együttműködési hálózatát elemzi, és megállapítja, hogy a változó programok ellenére a hálózati struktúra nem túlságosan változik. Egy stabil mag azonosítható, amely főként egyetemekből és kutatóintézetekből áll. *Akcomak és szerzőtársai* [2018] a keretprogramok adatai alapján elemzi régiók közötti együttműködési hálózatot, és megmutatja, hogy a kevésbé fejlett régiókban tudáskonvergencia figyelhető meg a fejlettebb régiók irányába.

Szabadalmi együttműködési adatok felhasználásával *Santoalha* [2018] megállapítja, hogy a sikeres innovációs rendszerek mind helyi, mind globális szinten integráltak, ami mindkét irányban kiegyensúlyozott együttműködési kapcsolatokra utal. Ugyanakkor szabadalmi adatok felhasználásával *Dosso-Lebert* [2019] azt mutatja meg, hogy a legtöbb központi régió erős innovátor. Hasonlóképpen, egy magyarországi régióban végzett felmérés alapján *Juhász* [2019] hangsúlyozza, hogy a kipörgetett vállalatok nagyobb valószínűséggel alakítanak ki helyi tudáshálózatokat a már meglévő sűrűbb helyi kapcsolatrendszeren keresztül. *Fitjar-Rodríguez-Pose* [2019] eredményei azt mutatják, hogy a helyi együttműködési kapcsolatokon túl a nemzetközi szabadalmi együttműködések is pozitívan befolyásolják a vállalati szintű innovációt.

Néhány tanulmány kifejezetten figyelembe veszi a hálózat struktúráját a résztvevő intézmények között. *Ponds és szerzőtársai* [2009] térbeli ökonometriaire becslések alapján dolgozik, ahol az együttműködési hálózatokat a térbeli súlymátrixon keresztül veszi figyelembe. Pontosabban, relevánsnak tekinti a partnerrégiók $K + F$ -kiadásainak súlyozott átlagát a helyi innovativitás szempontjából. Ez a tanulmány azonban a kutatási együttműködés mérőszámaként publikációs adatokra támaszkodik, és a hálózat csomópontjai a régiók. *Akcomak és szerzőtársai* [2018] a keretprogramokban dokumentált együttműködések adatait használja fel arra, hogy régiók közötti együttműködési hálózatot építsen fel. Ebben a hálózatban különböző centralitási mértékeket definiál, és ezek alapján vizsgálja az országok konvergenciamintázatait. *Roediger-Schluga-Barber* [2008] a keretprogramok résztvevőinek (intézményi szintű) együttműködési hálózatát elemzi, és e hálózatok makroszkopikus tulajdonságainak (fokeloszlás, kisvilági tulajdonságok) alakulására összpontosít. Nem foglalkozik azonban kifejezetten az egyetemek és vállalatok közötti együttműködéssel, ahogy *Tagai* [2023] munkája is elsősorban a projektek és források térbeli

koncentrációjára koncentrálnak. *Sousa-Salavisa* [2015] a keretprogramprojektek portu­gál résztvevőinek hálózatát elemzi – azok hálózati centralitása révén. Bár a szerzőpá­ros hálózati megközelítéssel vizsgálja az intézményi szintű keretprogram-együttmű­ködéseket, elemzésük földrajzilag Portugáliára korlátozódik. *Sebestyén és szerzőtár­asai* [2021] a keretprogramadatok alapján intézményi szintű hálózatot elemez, teljes európai lefedettségben. Kifejezetten az egyetemek és más kutatóintézetek közötti kapcsolatokra vonatkozóan klaszterezési eljárással térképezi fel az együttműködési hálózatok mintázatát, nem foglalkozik azonban az együttműködési mintázatok lokális innovációs teljesítményre gyakorolt hatásával.

Ebben a tanulmányban ezt a kutatási irányt fejlesztjük tovább. *Sebestyén és szer­zőtársai* [2021], valamint *Braun és szerzőtársai* [2021] munkáját követve, a keret­programok intézményi szintű hálózatát felhasználva kifejezetten az egyetemek és kutatóintézetek, valamint a vállalatok közötti együttműködési mintázatok szere­pét vizsgáljuk a regionális tudástermelésben. E tekintetben a tanulmány tovább­fejlesztése a *Sebestyén-Varga* [2013a], [2013b], *Varga-Sebestyén* [2015], [2017] munkáknak is, amelyek regionális tudástermelési függvény segítségével vizsgál­ják a hálózati beágyazottság szerepét a regionális innovációs aktivitás alakításá­ban. Utóbbi tanulmányok azonban nem foglalkoznak az egyetemek és vállalatok közötti kapcsolatok szerepével.

Adatok és módszer

A kutatási együttműködési adatok tisztítása

Az elemzés kiindulópontját az EU által finanszírozott keretprogramokról rendelke­zésre álló információk jelentik, amelyeket a CORDIS adatbázisból nyertünk. Ebben a tanulmányban a keretprogramok három hullámában, az 5–6. és 7. keretprogram­ban finanszírozott összes projektre vonatkozó információt felhasználjuk. Ezen adatok alapegysége a projekt–résztvevő pár, ami azt jelenti, hogy egy adott intézmény (mint résztvevő, például egyetem, vállalat) részt vesz egy finanszírozott projektben. Az adat­bázis külön tartalmaz információkat a projektekről és a résztvevőkről. A projektek kezdő és befejező éve alapján az együttműködési mintákat longitudinális megköze­lítésben is vizsgálni tudjuk. A résztvevőkre vonatkozó információk közül használjuk a résztvevők elhelyezkedését, a NUTS3 szintű régióbesorolást, valamint az intézmény típusát (például felsőoktatási intézmény, vállalat).

A CORDIS adatbázisból nyert nyers adatokat kétszintű adattisztításon vezet­jük keresztül, amely a projektrésztvevők földrajzi elhelyezkedésének azonosítá­ját, valamint az egyedi intézmények azonosítását tette lehetővé. Első lépésben az egyes intézmények regionális besorolását tisztítottuk meg. Bár a CORDIS adatbá­zis tartalmaz NUTS3 szintű kategorizálást a projektrésztvevőkre vonatkozóan, ez hiányos és számos esetben hibás. Az adatbázis ugyanakkor tartalmaz az intézmé­nyekre vonatkozóan irányítószámokat, címeket és városokat is. Ezen információk alapján először egy algoritmikus újraosztályozást végeztünk el, amely az egyes

információk alapján külön-külön rendelt NUTS3 régiókódot az intézményekhez. Ha az algoritmus alapján kapott besorolás nem egyezett meg mindhárom alapinformációra, vagy ezek közül valamelyik hiányzott, akkor kézi ellenőrzéssel és besorolással korrigáltuk az adatbázist, és ezáltal kapott végleges régiós besorolást az adott intézmény. Ennek eredményeként minden olyan intézményről teljes körű, NUTS3 szintű besorolás áll rendelkezésre, amely részt vett a vizsgált időszakban valamely keretprogram projektjében.

Másodszor az intézmények egyedi azonosítására került sor. Bár a CORDIS adatbázis tartalmaz egyedi intézményi azonosítókat, ezek nem minden esetben pontosak, és a különböző keretprogramok (FP5, FP6, FP7) között eltérők. Emiatt a projektekben részt vevő intézmények teljes újraazonosítását végeztük el. Az újraazonosítás során az intézmények/résztevők régiós részhalmazával dolgoztunk, vagyis adott NUTS3 régió belül kerestük meg az azonos intézményeket, és láttuk el őket egyedi azonosítóval. Ez azt is jelenti, hogy azonos intézmény (vállalat, egyetem) különböző NUTS3 régióban található egységeit különböző intézménynek tekintettük. Ez az egyszerűsítés jelentős mértékben lecsökkentette az intézményi azonosításhoz szükséges számításikapacitás-igényt, miközben a különböző telephelyek közötti szervezeti távolság miatt az eltérő intézményként történő kezelés reális feltételezésnek tekinthető. Az egyes régiókon belül az intézmények nevére és címére vonatkozó információkat felhasználva lefuttattunk egy páronkénti karakterlánc-illesztő algoritmust, amely minden intézménypárra vonatkozóan meghatározott egy hasonlósági metrikát. Kérdés ugyanakkor, hogy hogyan határozható meg az a küszöbérték ezen metrika szerint, amely felett azonosnak és amely alatt különbözőnek tekinthető két intézmény. A cél az, hogy az elsőfajú és másodfajú hibák elkövetésének együttes valószínűségét minimalizáljuk. Ennek érdekében minden régióra vonatkozóan kialakítottuk az intézmények egy részmintáját, amelyen manuálisan is elvégeztük a páronkénti összehasonlítást. Ez a manuálisan elvégzett összehasonlítás olyan referenciaeseteket szolgáltatott, amelyek tekintetében biztosak voltunk abban, hogy melyek az azonos és melyek a különböző intézmények. Ezt a referencia-almintát ezután összevetettük az algoritmikus eredményekkel, és az első- és másodfajú hibák összegének minimalizálásával meghatároztuk azt a küszöbértéket, amely alatt különbözőnek, amely felett pedig azonosnak tekintünk két intézményt.

Az így rendelkezésre álló megtisztított adatkészletben minden egyes támogatott projektről, a projekt időtartamáról, a résztvevőkről, a NUTS3 szintű elhelyezkedésükről, valamint a résztvevők intézménytípusáról (felsőoktatási intézmény, kutatóintézet, vállalat vagy egyéb szereplő) rendelkezésünkre áll információ. Összesen 38 519 finanszírozott projekt adatait használjuk fel, amelyben 29 386 különböző résztvevőt azonosítottunk. Ezek közül 26 073 vállalatként került azonosításra, míg 3313 felsőoktatási intézmény vagy kutatóintézet. Az elemzésben nem vesszük figyelembe (kizárjuk) az egyéb típusú intézményeket, valamint a felsőoktatási és egyéb kutatóintézet-típusokat összevontan kezeljük, és összefoglalóan egyetemekként hivatkozunk rájuk. A vizsgált projektek a 2000 és 2019 közötti időszakot ölelik fel, összesen 28 ország 1337 NUTS3 régiójára vonatkozóan.

Együttműködési hálózatok kialakítása

A fentiekben bemutatott adat-előkészítési és adattisztítási folyamat eredménye az úgynevezett projektmátrix, amelynek sorai az intézményeknek, míg oszlopai az egyes projekteknek felelnek meg. A mátrix egy adott cellája 1-es értéket vesz fel, ha a sornak megfelelő intézmény részt vesz az oszlopnak megfelelő projektben. Ezt a projektmátrixot \mathbf{P} -vel jelölve, az $\mathbf{A} = \mathbf{P}\mathbf{P}^T$ transzformációval kapjuk az $\mathbf{A} = [a_{i,l_2}]$ szomszédsági mátrixot, amelynek sorai és oszlopai is az intézményeknek felelnek meg, és egy adott eleme megmutatja, hogy a sornak (l_1) és oszlopnak (l_2) megfelelő két intézmény hány közös projektben vett részt, tehát a kutatási együttműködések tekintetében milyen szoros kapcsolatban állnak egymással. Ha a projektmátrixot egy adott évben aktív projektekre vonatkozóan írjuk fel, akkor minden évre kiszámíthatjuk a szomszédsági mátrixot és az ezzel leírt hálózat megfelelő indikátorait.

Ezek az \mathbf{A} szomszédsági mátrixok az összes intézménypárra vonatkozó kapcsolati információt tartalmazzák, függetlenül azok elhelyezkedésétől (régió) és típusától (egyetem vagy vállalat). E jellemzők figyelembevételére érdekében két kategorizálási vektort használunk. A \mathbf{d}^T az intézmények típusára utal: minden sor egy intézménynek felel meg, és az adott sorban 1-es szerepel, ha az adott intézmény egyetem vagy kutatóintézet, és 2, ha vállalat. Hasonlóképpen a \mathbf{d}^R az intézmények elhelyezkedésére utal, és az egyes sorok annak a régióknak az indexét tartalmazzák, amelyhez az intézmény tartozik.

A földrajzi (régiós) és intézményi kategóriákat is figyelembe véve a szomszédsági mátrixot egy háromdimenziós tömbként írhatjuk fel, amelynek az általános eleme az alábbi módon definiálható:

$$w_{rfi, qgj} = a_{i,l_2} \left| d_i^R = r, d_l^R = q, d_i^T = f, d_l^T = g, \right.$$

ahol $w_{rfi, qgj}$ azoknak a közös kutatási projekteknek a számát adja meg, amelyeket az r -edik régió f -edik típusú i -edik intézménye valamint a q -edik régió g -edik típusú j -edik intézménye között figyelünk meg adott évben. Az $f, g \in \{1, 2\}$ indexek az intézmény típusát jelölik (1: kutatási intézmény, 2: vállalat), az $r, q \in \{1, 2, \dots, R\}$ indexek pedig a régiók sorszáma utalnak. Az $i, j \in \{1, 2, \dots, I_{f,r}\}$ indexek a konkrét intézményekre utalnak. Ennek számossága, $I_{f,r}$ különbözhet minden r -edik régió és f -edik intézménytípus esetén.

Az előbb definiált \mathbf{W} háromdimenziós tömbként strukturáltan tartalmazza a kutatási együttműködésekre vonatkozó információkat, egészen pontosan a kutatási együttműködések mértékét adja meg a két intézmény közötti közös kutatási projektek számával. Ez egy súlyozott hálózati szerkezetet reprezentál, melynek egyszerű transzformációval elkészíthetjük a súlyozatlan vagy bináris változatát, amely a kapcsolatok intenzitása helyett csak azok létezésére vagy hiányára összpontosít:

$$b_{rfi, qgj} = \begin{cases} 1, & \text{ha } w_{rfi, qgj} > 0 \\ 0, & \text{máskülönben} \end{cases}.$$

Hálózati indikátorok

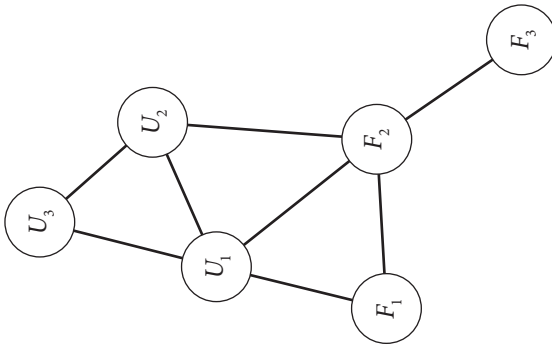
Az előbbieken definiált, strukturált hálózati szomszédsági mátrixok (**W** és **B**) segítségével számos egyszerű indikátorát számíthatjuk ki a különböző intézményi típusok közötti kapcsolati intenzitásoknak. Ebben a tanulmányban egyszerű fokszám-centralitásokkal dolgozunk, amelyek megmutatják, hogy a hálózat adott elemének hány kapcsolata van más hálózati csúcsokkal. Ezt a kapcsolódási intenzitást a fentiek alapján kiszámíthatjuk a kapcsolatok súlyára vonatkozóan (összességében milyen intenzitású kapcsolódást mérünk), valamint a bináris hálózatra vonatkozóan is (hány partnerrel lépett kapcsolatba az adott intézmény).

A felépített intézményi szintű adatbázis előnye ugyanakkor éppen az, hogy ezeket a kapcsolati mintázatokat földrajzilag és intézménytípusok között is differenciálni tudjuk. Ennek megfelelően a vizsgálatokban megkülönböztetjük egy adott régió adott intézményeinek régióon belüli és régióon kívüli kapcsolatait, valamint azonos, illetve ellentétes intézménytípussal vett kapcsolatait. Technikailag ez azt jelenti, hogy a hálózati indikátorokat egy többrétegű (*multilayer*) hálózatra tudjuk értelmezni, melyet úgy kapunk, hogy a hálózat csúcsait (az egyedi intézményeket) két különböző rétegre bontjuk az intézménytípus szerint: vállalatok, illetve egyetemek és kutatóintézetek. Ezt a többrétegű hálózati elrendezést tükrözi az 1. ábra. Az ábra *a*) részén egy hat intézményből álló mintahálózat látható, amely három egyetem (*U*) és három vállalat (*F*) között mutatja meg a létrejött együttműködéseket. Ebben a szemléletmódban nem különböztetjük meg egymástól a kapcsolatokat és a csúcsokat, mindenki egyformának tekinthető. Ehhez képest a többrétegű hálózat esetén a csúcsokat két csoportba soroljuk be, és ezek alapján egymástól elkülönítve rajzoljuk fel őket. Az egyik csoport – vagy más néven réteg – az egyetemeket, míg a másik a vállalatokat foglalja magában. Az 1. ábra *b*) részében előbbi látható felül, utóbbi alul. A szereplők intézménytípus szerinti megkülönböztetése már lehetővé teszi, hogy megvizsgáljuk a csoportokon belüli kapcsolatok struktúráját külön-külön, valamint a csoportok közötti együttműködések szerkezetét is. Az egyrétegű hálózat esetében a kapcsolatok összességét tudjuk meghatározni – függetlenül attól, hogy a partnerintézmény milyen intézménytípushoz tartozik. Ez a mintahálózatunk esetében a *c*) rész felső kapcsolati mátrixának sor- és/vagy oszlopösszege szerint végezhető el. Ehhez képest a többrétegű hálózat esetében a kapcsolatok száma meghatározható aszerint, hogy azonos vagy eltérő intézménytípussal kialakított kapcsolatokról van szó. Ez a mintahálózatunkra vonatkozóan az ábra *c*) részének alsó felén látható kapcsolati blokkmátrix segítségével végezhető el. Ha kizárólag a vállalatok közötti kapcsolatok számát vizsgáljuk, akkor a blokkmátrix bal felső, míg az egyetemek közötti kapcsolatok számát a jobb alsó mátrix segítségével kapjuk meg. A vállalatok és az egyetemek közötti kapcsolatokat a blokkmátrix bal alsó vagy jobb felső részéből számíthatjuk ki. Irányítatlan kapcsolatokat tekintve ez a két eset ugyanazt az eredményt adja.

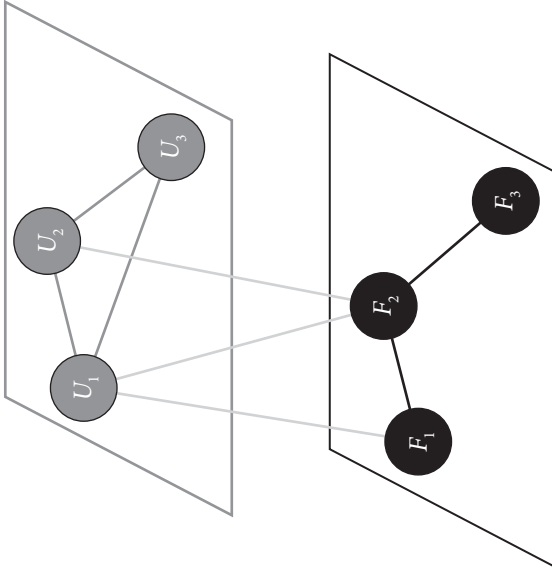
Ennek megfelelően négy különböző centralitást számíthatunk ki mind a súlyozott, mind a bináris hálózatokra. Ezek az indikátorok további dimenziók szerint is kiszámíthatók, aszerint hogy régióon belüli vagy régióon kívüli kapcsolatokról van szó,

1. ábra
Az egyrétegű és a többrétegű hálózat szemléltetése

a)



b)



c)

Egyrétegű (single layer) hálózat

	U_1	F_1	F_2	U_2	F_3	U_3
U_1	0	1	1	1	0	1
F_1	1	0	1	0	0	0
F_2	1	1	0	1	1	0
U_2	1	0	1	0	0	1
F_3	0	0	1	0	0	0
U_3	1	0	0	1	0	0

Többrétegű (multilayer) hálózat

	F_1	F_2	F_3	U_1	U_2	U_3
F_1	0	1	0	1	0	0
F_2	1	0	1	1	1	0
F_3	0	1	0	0	0	0
U_1	0	1	1	0	1	1
U_2	0	1	0	1	0	1
U_3	0	0	0	1	1	0

Megjegyzés: Az a) rész a mintahálózatot alkotó három egyetemet (U) és három vállalatot (F) egy egyrétegű (hagyományos) hálózatként mutatja be, intézménytípustól függetlenül. A b) rész esetében a három egyetem (felül) és a három vállalat (alul) külön-külön csoportot, réteget képezve látható, amely egy többrétegű hálózatnak felel meg. A c) részben hálózatkapcsolati mátrixok szerepelnek – felül az a) részben látható egyrétegű hálózaté, alul a b) részben látható többrétegű hálózaté.

Forrás: saját szerkesztés.

valamint ezek „peremeként” összeseneket is meghatározhatunk. Így csupán ezen alapvető hálózati centralitási kategória alapján 2×9 , összesen 18 hálózati indikátort tudunk meghatározni, amelyek a kutatási együttműködési kapcsolatrendszerek különböző metszeteit tükrözik (1. táblázat).

1. táblázat

Számított hálózati indikátorok viszonyrendszere

Intézményi dimenzió	Területi dimenzió		
	régióon belül	régióon kívül	összesen
Azonos típusú intézménnyel	$k_{rfi}^{rf} = \sum_j b_{rfi, rfi}$	$k_{rfi}^{qf} = \sum_{q=r, j} b_{rfi, qfi}$	$k_{rfi}^{\cdot f} = \sum_{q, j} b_{rfi, qfi}$
	$s_{rfi}^{rf} = \sum_j w_{rfi, rfi}$	$s_{rfi}^{qf} = \sum_{q=r, j} w_{rfi, qfi}$	$s_{rfi}^{\cdot f} = \sum_{q, j} w_{rfi, qfi}$
Eltérő típusú intézménnyel	$k_{rfi}^{rg} = \sum_j b_{rfi, rgj}$	$k_{rfi}^{qg} = \sum_{q=r, j} b_{rfi, qgj}$	$k_{rfi}^{\cdot g} = \sum_{q, j} b_{rfi, qgj}$
	$s_{rfi}^{rg} = \sum_j w_{rfi, rgj}$	$s_{rfi}^{qg} = \sum_{q=r, j} w_{rfi, qgj}$	$s_{rfi}^{\cdot g} = \sum_{q, j} w_{rfi, qgj}$
Összesen	$k_{rfi}^r = \sum_{g, j} b_{rfi, rgj}$	$k_{rfi}^q = \sum_{q=r, g, j} b_{rfi, qgj}$	$k_{rfi}^{\cdot} = \sum_{q, g, j} b_{rfi, qgj}$
	$s_{rfi}^r = \sum_{g, j} w_{rfi, rgj}$	$s_{rfi}^q = \sum_{q=r, g, j} w_{rfi, qgj}$	$s_{rfi}^{\cdot} = \sum_{q, g, j} w_{rfi, qgj}$

Ezeket a hálózati indikátorokat az 1. táblázat foglalja egységes szerkezetbe. Az egyes cellákban az adott dimenzió szerint egy-egy konkrét intézmény megfelelő indikátort definiáltuk. Így például s_{rfi}^{rf} azt jelöli, hogy az r -edik régió f -edik típusú intézményei közül az i -edik intézménynek hány együttműködése (közös projektje) van az azonos régió azonos típusú intézményeivel. Utóbbi relációkat a felső indexek jelölik oly módon, hogy az alsó indexben jelölt referenciaindexekkel (amely intézményre az index értéke kiszámítódik) megegyeznek-e, vagy eltérnek.

Az 1. táblázatban jelölt, intézményi szinten számított indikátorokat a regionális tudástermelési függvények becsléséhez régiós szintre aggregáltuk azonos intézménytípuson belül, egyszerű összegzéssel. Ez azt jelenti, hogy a táblázatban szereplő tetszőleges x_{rfi}^{ab} ($x \in \{k, s\}$, $a \in \{r, q, \cdot\}$ és $b \in \{f, g, \cdot\}$) indikátor régióra aggregált párját általánosan az $x_{rj}^{ab} = \sum_i x_{rfi}^{ab}$ összegzéssel kapjuk.

Hiányzó adatpontok becslése a szabadalmi bejelentések és kontrollváltozók esetén

A tanulmányban régiós szintű tudástermelési függvényeket becsülünk, amelyeknek egy lényeges magyarázó változója az előzőekben bemutatott hálózati indikátorok valamelyike. A teljes specifikációhoz azonban hozzátartoznak a tudástermelési függvényekben megszokott, innovációt mérő eredményváltozók és más

kontrollváltozók, amelyek az új tudás létrehozásában felhasznált további inputokat tükrözik (például a kutatás-fejlesztésre fordított pénzügyi források, a kutatásban részt vevő személyzeti állomány, agglomerációs hatások stb.). Ha a vizsgálatokat NUTS3 szinten végezzük el, akkor ezen kontrollváltozók bevonásának korlátja, hogy egyesek csak NUTS2 szinten állnak rendelkezésre, valamint a nyilvánosan elérhető adatsorok ezen a szinten is hiányosak. Ugyanakkor a területi egységekre vonatkozó elemzés fontos része az, hogy a térbeli autokorrelációt figyelembe tudjuk venni, az ehhez szükséges térbeli panelökonometriai modellek azonban kiegyensúlyozott adatpaneleket igényelnek. Mindezt figyelembe véve azt az empirikus stratégiát választottuk, hogy a hálózati indikátorok már adott, NUTS3 szintű adatsoraihoz illesztettük a kontrollváltozók körét, ahol szükséges volt, ott különböző becslési eljárásokat felhasználva.

Az egy főre jutó GDP-adatok NUTS3 régiós szinten a vizsgált országok esetében elérhetők az Eurostat adatbázisában, ez alól egyedül kivételek a svájci régiók, amelyek esetében országos adatokat alkalmaztunk a hiányzó adatok pótlására. Azoknál a kontrollváltozóknál (a csúcstechnológiai alkalmazottak aránya, valamint a GDP-arányos K + F-kiadás), ahol csak NUTS2 szinten álltak rendelkezésre adatok, a NUTS3 szintre való konvertálásnál az egy főre jutó szintbeli értékek homogenitását feltételeztük. Ezt követően időablakos becslési módszert alkalmaztunk, amely során a húszéves időperiódust öt darab négyéves időablakká konvertáltuk olyan módon, hogy az egyes változók adott időablakhoz tartozó értékeként az időablakba tartozó és nem hiányzó évek értékeinek átlagát vettük. Ennek a módszernek az az előnye, hogy a hiányzó adatok aránya jelentősen lecsökkenthető, így a becslésünk pontossága javítható. A módszer hátránya viszont, hogy a megfigyelések száma jelentősen csökkent. Utóbbi probléma megítélésünk szerint kevésbé okoz gondot, mivel a NUTS3 szintnek köszönhetően a mintánk továbbra is kellőképpen nagy, valamint a tudástermelési függvény maga és az azt alkotó regionális szintű változók időben kevésbé volatilisak, így az éves megfigyelések időablakká aggregálása sem torzít túlzott mértékben.

Azokban az esetekben, ahol az időablak előállítás után is hiányzó adatokkal szembesültünk, becslési eljárással pótoltuk azokat. Minden időablak esetében kiszámítottuk a változónak az összes 1337 NUTS3 régióhoz tartozó átlagát (a továbbiakban az egyszerűség kedvéért időszaki uniós átlagként hivatkozunk erre az értékre). Ezt követően minden olyan esetben, ahol nem hiányzott az eredeti adat, kiszámítottuk, hogy az adott időszakban az adott régió értéke az időszaki uniós átlag hány százalékát tette ki, majd ezen értékek adott régió esetében vett átlaga meghatározott egy régiós korrekciós együtthatót. Ezen együttható megmutatja, hogy az adott régióban a vizsgált ismérv az uniós átlagnak átlagosan hányszorosa. Utolsó lépésként a hiányzó adatokat úgy becslültük meg, hogy a vizsgált időablakban az adott mutató időszaki uniós átlagát megszoroztuk a régióhoz tartozó korrekciós együtthatóval.

Az évek időablakokba való aggregálása, majd ezt követően az éves átlagok, illetve régiós együtthatók szerinti becslés előnye többretű. Egyfelől az időablakok használatával csökkenthető a becslési szükséges adatpontok száma és aránya. Az időablakok használatára azért van lehetőség, mivel az alkalmazott változóink időben stabil,

lassan változó mutatók. A hiányzó adatok becslési eljárásának előnye a gyakran alkalmazott imputációs eljárással szemben, hogy nem épít alapvetően az adatok hiányának véletlenszerűségére (*Kleinke és szerzőtársai* [2011]). E feltétel a NUTS3 szinten mért változóknál nem érvényesül, mivel az adathiányok jellemzően teljes országok szintjén jelennek meg, így bizonyos régiók hiánya automatikusan együtt jár további jelentős számú régió esetében megfigyelt adathiánnyal is.

A makrováltozók esetében a 20 éves megfigyelt időperiódus és az 1337 NUTS3 régió összesen 26 740 adatpont megfigyelését tenné lehetővé változónként. Az évenkénti adatok vizsgálatokor a GDP esetében 1070 (4,0 százalék), a felsőfokú végzettséggel rendelkezők arányának mutatója esetében 1723 (6,4 százalék), míg a K + F-kiadások esetében 9838 (36,8 százalék) adatpont hiányzott volna. Az időablakok esetében négy időablak és az 1337 régió esetében 5348 adatpontunk keletkezett mutatónként. Ebből a GDP esetében 78 (1,5 százalék), a felsőfokú végzettséggel rendelkezők aránya esetében 120 (2,2 százalék), a K + F-kiadások esetében pedig 519 (9,7 százalék) hiányzó adatpontot kell kezelünk. Látható tehát, hogy az időablakokká való aggregálással nemcsak a hiányzó adatok száma, de az előfordulási arányuk is lényegesen alacsonyabb lett.

A tudástermelési függvény eredményváltozójaként a régiós szintű szabadalmi bejelentések számát használjuk. Bár az innováció mércéjeként a szabadalmak számát használni messze nem tökéletes megoldás, hiszen a különböző ágazatok eltérő motívációs környezetben döntenek az új tudás szabadalmaztatásáról, széles körű elérhetősége és sokoldalúsága miatt mégis elfogadott módszernek számít. *Acs és szerzőtársai* [2002] kiemeli, hogy a szabadalmak számával megbízhatóan közelíthető a regionális innovációs output, ugyanakkor későbbi munkák (lásd például *Ejermo* [2009]) rámutatnak, hogy további kiegészítésekkel (a minőség figyelembevételével) javítható a szabadalomszámra épülő indikátorok teljesítménye az elemzésekben.

Az Eurostat adatbázisában a legtöbb vizsgált régió esetében rendelkezésre álltak a szabadalmi adatok a megfelelő területi szinten. Előfordult azonban, hogy néhány régió egy főre jutó szabadalmi adatai hiányoztak a vizsgált időszak elejére vonatkozóan, aminek oka több esetben a hiányzó népességi adat volt. Ebben az esetben a legkorábban elérhető népességi adatokkal számolva az egy főre jutó szabadalmi adatok pontos közelítését kaphatjuk, hiszen a népességi adatok aránylag stabilnak tekinthetők rövid időszakokon belül. Abban az esetben, amikor népességi adat ugyan rendelkezésre állt abban az időszakban és régióban, amikor az egy főre jutó szabadalmi adatok hiányoztak, és a régióra a meglévő adatok alapján nagyon alacsony szabadalmi szám volt jellemző, a hiányzó adatokat nullával helyettesítettük, ugyanis ebben az esetben valószínűleg nem történt szabadalmi bejelentés. Ez lehet az oka a hiányzó adatoknak.

A kontrollváltozókhoz hasonlóan három esetben NUTS2 szintű adatokkal helyettesítettük az egy főre jutó szabadalmi adatokat. Az egyik ilyen eset, amikor az adott régió nem szerepelt az adatbázisban, tehát a NUTS rendszer folyamatos revíziói során kialakított új régiókról van szó (például néhány bulgáriai, egy német, két romániai és két horvát régió). Abban az esetben is NUTS2 szintű adatokat alkalmaztunk, amikor nem állt rendelkezésre népességi adat valamely régió valamely időszakára, viszont

a régió egyéb időszakában jellemzően nullától jelentősen eltérő szabadalmi számok fordultak elő (például Észtországbán és egy franciaországi régióban). Továbbá akkor is ezt az eljárást alkalmaztuk, amikor egyetlen időszakban sem volt elérhető szabadalmi adat az adott régióra. Ezekben az esetekben tehát a NUTS2 szintű adatokkal helyettesítettük az egy főre jutó szabadalmi adatokat.

Eredmények

Modellspecifikáció

A tanulmány központi kérdése, hogy az egyetemek és más kutatóintézetek, valamint a vállalatok közötti kapcsolatok miként befolyásolják a lokális tudásteremtést és ezen keresztül az innovációt. Ennek vizsgálatához az előzőkben bemutatott hálózati indikátorokat használjuk fel és illesztjük be egy standard tudástermelési függvénybe. A tudástermelési függvény koncepcióját Romer [1990] vezette be, majd Jones [1995] fejlesztette tovább. Általános formája:

$$\frac{\partial A_t}{\partial t} = \delta A_t^a H_t^b,$$

ahol $\partial A_t / \partial t$ a technológiai tudás időbeli változását jelenti, amelyet egyfelől a tudástermelésben, kutatásban felhasznált erőforrások (H_t , emberi, pénzügyi stb.) nagysága határoz meg, másfelől a már meglévő tudományos és technológiai tudás adott (t -edik) időszaki teljes állománya (A_t). A technológiai változás üteme eszerint az átmeneti kutatás-fejlesztési erőfeszítésekhez és a korábban felhalmozott tudáshoz kapcsolódik. Ugyanaz a kutatói létszám a már meglévő tudáskészlet függvényében eltérő hatást gyakorolhat a technológiai változásra. A fenti elemzési keretben a továbbiakban azt vizsgáljuk, hogy az egyetemi és vállalati partnerek közötti kutatási együttműködések – mint a tudástermelés speciális inputjai – milyen hatást gyakorolnak az innovációs aktivitásra. Ennek érdekében a következő ökonometriai specifikációt alkalmazzuk.

A tudástermelési függvény eredményváltozója a keletkező új tudást ragadja meg, amelyet ebben a tanulmányban az Eurostat adataival, a szabadalmi bejelentések számával közelítünk (PAT_{rt}). A tudástermelési függvény magyarázó változói között az új tudás létrehozásához szükséges inputokat szerepeltetjük. Ezek között helyet kap a szokásos indikátornak számító kutatás-fejlesztési kiadások nagysága (RD_{rt}), valamint a kutatáshoz kapcsolható munkaráfordítás mércéjeként a csúcstechnológiájú (*high-tech*) ágazatokban foglalkoztatottak – Eurostat által közölt – száma ($HTEMP_{rt}$). A tudástermelési függvények becslése során jellemzően a korábban felhalmozott tudás nagyságát is szerepeltetjük a magyarázó változók között. Ebben a tanulmányban az egy főre jutó GDP nagyságát használjuk e felhalmozott tudás közelítő változójaként (GDP_{rt}).

Ezeket a szokásos magyarázó változókon túl a termelés inputjai közé illesztjük be az előzőkben bemutatott hálózati indikátorokat is ($NETW_{rt}$). Ezzel azt feltételezzük,

hogy a különböző intézmények közötti kapcsolatrendszerek és az e kapcsolatrendszereken keresztül elérhető tudás fontos szerepet tölt be az új tudás létrehozásában. A kapcsolatrendszerek különböző dimenzióit elválasztó indikátorhalmaz pedig arra nyújt lehetőséget, hogy azonosítsuk azokat a kapcsolati jellemzőket és relációkat, amelyek relevánsak a tudástermelés szempontjából. Az empirikus elemzések tehát az (1) panelmodellbecslésből indulnak ki:

$$PAT_{rt} = \beta_1 GDP_{rt} + \beta_2 HTEMP_{rt} + \beta_3 RD_{rt} + \beta_4 NETW_{rt} + \mu_r + \tau_t + \varepsilon_{rt}. \quad (1)$$

Ahogy az adatokról szóló részben bemutattuk, valamennyi változó NUTS3 területi szinten áll rendelkezésre, részben már a nyers adatok szintjén (szabadalmi bejelentések, GDP, hálózati indikátorok). A NUTS2 aggregáltsági szinten rendelkezésre álló adatokat GDP- és népességarányos becsléssel, a hiányzó adatokat pedig mozgóátlag-alapú közelítéssel pótoltuk. Annak érdekében, hogy a kiegyensúlyozott panel minél kevesebb becslött adatra támaszkodjon, egymástól elkülönülő négyéves időablakokra bontottuk a mintát. Így minimalizálni tudtuk azon adatpontok számát, amelyekre vonatkozóan semmilyen, az adott időablakba tartozó eredeti információ nem állt rendelkezésre. Összesen 1337 régióra és négy időszakra vonatkozóan áll rendelkezésre adatunk, ami a becslés alapját képezi.

A fenti specifikációban a hálózati indikátorokon ($NETW_{rt}$) kívül minden további változó adott, azonban az előzőkben bemutatott 2×9 indikátorral külön-külön végeztük el a becsléseket. Mivel viszonylag kis méretű területek jelentik a megfigyelési egységeket, nem tekinthetünk el a térbeli autokorreláció jelenségétől. Ezért a kiinduló panelmodellt különböző térbeli kiterjesztések szerint is teszteljük, minden esetben kiválasztva a legmegfelelőbb becslést. A megfelelő panel- és térbeli modell-specifikációk kiválasztásához Hausman- és Breusch–Pagan-féle teszteket alkalmaztunk. Mivel minden modellváltozat esetében mindkét teszt szignifikánsnak bizonyult ($p < 0,001$), így a korábban az (1) egyenletben bemutatott régiós és időablak fix hatásos panelregressziót alkalmaztunk. A részletes becslési eredményeket a *Függelék* tartalmazza, míg a tanulmány szempontjából releváns hálózati indikátorokra kapott eredményeket a 2. és a 3. táblázat foglalja össze.

A becslések eredményei

A korábban leírtaknak megfelelően a nyers adatokat a szükséges pontokon becsléssel egészítettük ki, így kiegyensúlyozott panelstruktúrában állnak rendelkezésre a tudástermelési függvény becsléséhez felhasználható adatok. Ennek következtében a különböző regressziós modellek becslése során mind az időbeli, mind pedig a térbeli, regionális hatások figyelembe vehetők.

A fix hatásos regressziók eredményeként (lásd a *Függelék F1. táblázatát*) azt a következtetést vonhatnánk le, hogy mindegyik hálózati kapcsolati mutató szignifikáns, és erős pozitív hatást gyakorol a regionális tudástermelésre. Ezenfelül látható, hogy a három kontrollváltozó közül a GDP és a K + F-kiadások szignifikánsan

pozitív, viszont a várakozásokkal ellentétesen a emberi tőkét mérő változó statisztikailag szignifikáns negatív koefficienszt kapott.

A szakirodalomban korábban azonban számos esetben kimutattak térbeli hatásokat a tudástermelési függvények esetében – igaz, hálózati hatásokkal foglalkozó irodalmak esetében csak magasabb területi aggregálási szinten vagy csak egyes országok területére –, így feltételezhető, hogy térbeli hatások a mi esetünkben is megjelennek. Mivel a függő változó térbeli autokorrelációját tesztelő Moran-féle I -próba erős és szignifikáns ($p < 0,001$) térbeli hatást mutató tesztértéket adott, így a térbeli átgűrűző hatás a mintánk alapján is igazolható. Ahhoz, hogy eldöntsük, hogy milyen típusú térbeli modell a megfelelő a későbbi specifikációkban, Lagrange-féle multiplikátorteszteket alkalmaztunk (Varga [2002], Anselin [1988], Farkas-Bacsur [2023]). E tesztek alapján arra a következtetésre jutottunk, hogy tudástermelési függvényeinkben is megfigyelhető térbeli függőség, és a térbeli késleltetési modell a megfelelő specifikáció minden modellváltozatunk esetében.

A térbeli modellek eredményeit összefoglalóan a 2. táblázat, részletekbe menően pedig a Függelék F1. és F2. táblázatai tartalmazzák. A 2. táblázatban csak a hatás meglétét néztük. A hatás erősségében lévő különbségek a hálózati mutatók értékének eltérő nagyságrendjei miatt becsléseinkből teljes bizonyossággal nem állapíthatók meg. A térbeli regressziós eredményekből látszik, hogy a térbeli hatás valóban jelen van, a térben késleltetett eredményváltozó pozitív szignifikáns hatást gyakorol a regionális szabadalmaztatásra. Ezenfelül a kontrollváltozónál tapasztalt ellentmondás is feloldódott: mindhárom kontrollváltozó pozitív együtthatóval kerül be a tudástermelési függvénybe, igaz, az emberi tőke együtthatója nem különbözik statisztikailag szignifikánsan nullától. A különböző modellváltozatok esetében tapasztalt hálózati hatásokat a 2. táblázat foglalja össze.

2. táblázat

Szignifikáns hálózati hatások a kapcsolatok dimenziói szerinti bontásban – fokszám

Intézményi dimenzió	Területi dimenzió		
	régióon belül	régióon kívül	összesen
Azonos típusú intézménnyel	0	0	0
Eltérő típusú intézménnyel	0	10 százalékon pozitív ($p = 0,0584$)	10 százalékon pozitív ($p = 0,0591$)
Összesen	0	10 százalékon pozitív ($p = 0,0904$)	10 százalékon pozitív ($p = 0,0918$)

A fokszámot tartalmazó modellváltozatok esetében a hálózati mutató négy modellben 10 százalékos szignifikanciaszint mellett szignifikánsnak bizonyult. Ugyanez a súlyozott hálózati modellváltozatok esetében két modellnél igaz, 5 százalékos szint mellett pedig további négy modell esetében is szignifikánsnak bizonyultak a hálózati mérőszámok. Minden statisztikailag kimutatott hálózati kapcsolat pozitív előjellel szerepelt a modelljeinkben. Eredményeink alapján a tudástermelésre a súlyozott

kapcsolatok számának nagyobb hatása látszik kirajzolódni. A fokszámok esetében a regressziós eredményeink alapján 5 százalékon semelyik mutató, míg 10 százalékon négy mutató bizonyult szignifikánsnak a térbeli modellekben. Ezek a mutatók:

- a régió kívüli, eltérő intézményekkel létesített kapcsolatok száma,
- az összes régió kívüli kapcsolat száma,
- az összes eltérő típusú intézménnyel létesített kapcsolat száma, valamint
- a régió összes kapcsolatának száma.

A 3. táblázat tartalmazza az erősség esetében szignifikánsnak talált mutatókat.

3. táblázat

Szignifikáns hálózati hatások a kapcsolatok dimenziói szerinti bontásban – erősség

Intézményi dimenzió	Területi dimenzió		
	régió belül	régió kívül	összesen
Azonos típusú intézménnyel	0	10 százalékon pozitív ($p = 0,0511$)	10 százalékon pozitív ($p = 0,0511$)
Eltérő típusú intézménnyel	0	5 százalékon pozitív ($p = 0,0289$)	5 százalékon pozitív ($p = 0,0313$)
Összesen	0	5 százalékon pozitív ($p = 0,0334$)	5 százalékon pozitív ($p = 0,0348$)

Az erősség esetében a fokszámnál szignifikánsnak talált négy mutató 5 százalékos szinten is szignifikánsnak bizonyult, továbbá szignifikáns még két mutató 10 százalékos szignifikanciaszint mellett. Vagyis 5 százalékos szinten szignifikáns:

- a régió kívüli, eltérő intézményekkel létesített kapcsolatok erőssége,
- az összes régió kívüli kapcsolat erőssége,
- az összes eltérő típusú intézménnyel létesített kapcsolat erőssége, valamint
- a régió összes kapcsolatának erőssége.

10 százalékos szinten szignifikáns:

- a régió kívüli azonos típusú intézménnyel létesített kapcsolatok erőssége,
- az összes azonos típusú intézménnyel létesített kapcsolat erőssége.

Összegzés

Az utóbbi években a gazdaságpolitika is egyre nagyobb hangsúlyt fektet az alapkutatások és az innováció közötti kapcsolatok erősítésére. Számos állami program indult, valamint az egyetemek is egyre több inkubációs programot hirdetnek meg innovatív vállalkozások létrehozására és fejlesztésére. Ezek a kezdeményezések arra épülnek, hogy a vállalati szféra és az egyetemek, kutatóhelyek közötti kapcsolatok erősítése serkenti a tudásáramlást, amely nagyobb innovációs aktivitást és végső soron erősebb gazdasági fejlődést vált ki. A szakirodalom áttanulmányozása azonban rámutat arra, hogy

a vállalatok és az egyetemek közötti kapcsolatok innovációban betöltött szerepe még kevésbé feltárt, főleg szélesebb, több országra kiterjesztett vizsgálatok esetében. Az elvégzett elemzéseinkkel e szakirodalmi rés betöltéséhez járultunk hozzá, mégpedig az Európai Unió által finanszírozott keretprogramok révén kialakított kutatási együttműködések vizsgálatával. A vizsgálataink legfontosabb eleme, hogy az együttműködésekben részt vevő intézményeket két intézménytípusra (vállalatokra és egyetemekre) szétbontva elemeztük, többretegű hálózatelemzési módszerekkel.

Az elvégzett regressziós becslések számos összefüggésre mutatnak rá. Először is, a más szereplőkkel kialakított kapcsolatok általában segítik az innovációt (2. táblázat összesen sora és oszlopa), függetlenül a partnerek telephelyétől (régión belüli vagy kívüli), illetve intézménytípusától (vállalat vagy egyetem). Ha a szereplőket és a kapcsolatokat intézménytípusok, valamint földrajzilag szétbontva vizsgáljuk, akkor egyrészt azt kapjuk, hogy a régió kívüli (2. táblázat régió kívüli oszlopa), másrészt az eltérő intézménytípusba tartozó szereplőkkel (2. táblázat eltérő típusú intézmény sora) kialakított együttműködések serkentik igazán az innovációs tevékenységeket. Ezek az eredmények összességében arra hívják fel a figyelmét, hogy egy régió fejlődésében nagy jelentősége van a külső és diverz tudásbázishoz való hozzáférésnek. Másképpen fogalmazva, egy régió abban az esetben lesz képes erősebb innovációs aktivitásra, ha a régióhoz tartozó gazdasági szereplők a régió kívüli, tőlük eltérő intézménytípusba tartozó szereplőkkel hoznak létre együttműködések (2. táblázat régió kívüli oszlopa, eltérő típusú intézmény sora). Az eltérő intézménytípus jelentőségét támasztja alá, hogy a régió kívüli, de azonos típusú szereplőkkel kialakított kapcsolatok kevésbé járulnak hozzá az innovációhoz (2. táblázat régió kívüli oszlopa, azonos típusú intézmény sora). A régió belüli kapcsolatok esetében az eltérő intézménytípus nem feltétlenül jelent új tudást, hiszen a lokális hálózatoknak köszönhetően jól ismerik egymást. Sűrűbben találkoznak szakmai rendezvényeken, konferenciákon. Ezzel ellentétben egy régió kívüli egyetem (vállalat) a vállalat (az egyetem) számára új tudásbázissal rendelkezik, amelyet a régió kívüli azonos intézménytípus nem feltétlenül képes teljes mértékben átadni. Ez az oka annak, hogy egy vállalat (egyetem) számára a régió kívüli vállalat (egyetem) csak kevésbé, míg a régió kívüli egyetem (vállalat) nagyobb mértékben rendelkezik új tudással.

Fontos megjegyezni, hogy a kapcsolatok intenzitására vonatkozó megállapítások esetében a sokféleség, diverzitás az intézménytípusokra és a térbeli dimenzióra vonatkozik. Ezek az indikátorok ugyanis sok esetben két szereplő nagyon intenzív, többszöri együttműködését foglalják magukban. A foksámokra vonatkozó eredmények (3. táblázat) azonban arra is érzékenyek, hogy az adott dimenzióban hány különböző szereplővel történt együttműködés. Ezek az eredmények a diverzítitás szerepét erősítik meg. Gyengébben, de szignifikáns marad a más régióval és más típusú intézménnyel kialakított kapcsolat szerepe az innovációban, és nem szignifikáns az azonos típusú intézménnyel, de más régióban kialakított kapcsolatok hatása.

A tanulmány több irányban is továbbfejleszthető. Egyfelől az itt bemutatott eredmények kizárólag a kapcsolatok számát, a hálózati foksámot használják beágyazottsági indikátorként. További hálózati metrikák bevonásával további hálózati mechanizmusok vizsgálatára is lehetőség nyílik a különböző rétegek és ezáltal a különböző

intézménytípusok közötti hálózati dinamikák feltárására. Bár a vizsgált hálózat szervezeti szintű, és a kapcsolatokat is ezen a szinten elemeztük, a regionális tudástermelési függvény keretében csak regionális szintű aggregálással tudtuk elhelyezni az adatokat. Nagy lehetőség rejlik azonban a bemutatott módszerek szervezeti szintű elemzésében is, amelynek segítségével intézményi szinten is mérhetőek lennének a hálózati rétegek közötti kapcsolatok és kapcsolatuk az új tudás létrehozásával. Kutatási irány lehet még a régiók bizonyos tulajdonságai szerinti vizsgálata. Továbbá például a metropoliszokra vonatkozó elemzés, mivel e régiók rendelkeznek erős tudástermelési kapacitásokkal (Capello [2015]), ezáltal a tudástermelés szempontjából legrelevánsabb földrajzi egységek külön elemzésével még jobban megragadható lenne a tudástermelés és a térbeliség kapcsolata.

Összefoglalva tanulmányunk legfőbb következtetését, az innovációs aktivitás serkentésében meghatározó jelentőségű a diverzitás, miszerint több régió kívüli és főként eltérő típusú intézménnyel kialakított együttműködésre van szükség. Ami a gazdaságpolitikai programokat és az egyetemek innovációs kezdeményezéseit illeti, fontos gazdaságpolitikai és gyakorlati ajánlás, hogy a vállalatok és az egyetemek közötti kapcsolatok erősítése mellett meghatározó jelentőségű a távolabbi, régió kívüli partnerek bevonása. A gazdaságpolitikai programok, pályázatok, valamint az egyetemi innovációs kezdeményezések során tehát törekedni kell arra, hogy földrajzilag távoli szereplőket is bevonjanak az innovációs folyamatokba.

Hivatkozások

- ACS J. ZOLTÁN–ANSELIN, L.–VARGA ATTILA [2002]: Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. *Research Policy*, Vol. 31. No. 7. 1069–1085. o. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(01\)00184-6](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(01)00184-6).
- ACS, J. Z.–STAM, E.–AUDRETSCH, D. B.–O’CONNOR, A. [2017]: The lineages of the entrepreneurial ecosystem approach. *Small Business Economics*, Vol. 49. No. 1. 1–10. o. <https://doi.org/10.1007/s11187-017-9864-8>.
- AKCOMAK, S.–ERDIL, E.–CETINKAYA, U. Y. [2018]: Knowledge convergence in European regions: Towards cohesion? MERIT Working Papers, No. 027. United Nations University – Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology.
- ALVEDALEN, J.–BOSCHMA, R. [2017]: A critical review of entrepreneurial ecosystems research: towards a future research agenda. *European Planning Studies*, Vol. 25. No. 6. 887–903. o. <https://doi.org/10.1080/09654313.2017.1299694>.
- ANSELIN, L. [1988]: *Spatial econometrics: methods and models*. Vol. 4. Springer Science & Business Media.
- AUDRETSCH, D. B.–LEHMANN, E. E. [2005]: Does the Knowledge Spillover Theory of Entrepreneurship hold for regions? *Research Policy*, Vol. 34. No. 8. 1191–1202. o. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2005.03.012>.
- BALEIRO PASSOS, J.–VALLE ENRIQUE, D.–COSTA DUTRA, C.–SCHWENGBER TEN CATEN, C. [2023]: University industry collaboration process: a systematic review of literature. *International Journal of Innovation Science*, Vol. 15. No. 3. 479–506. o.
- BATHELT, H.–GLÜCKLER, J. [2003]: Toward a relational economic geography. *Journal of Economic Geography*, Vol. 3. No. 2. 117–144. o. <https://doi.org/10.1093/jeg/3.2.117>.

- BECKER, W.–DIETZ, J. [2004]: R&D cooperation and innovation activities of firms – evidence for the German manufacturing industry. *Research Policy*, Vol. 33. No. 2. 209–223. o. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2003.07.003>.
- BOSCHMA, R. [2005]: Proximity and innovation: A critical assessment. *Regional Studies*, Vol. 39. No. 1. 61–74. o. <https://doi.org/10.1080/0034340052000320887>.
- BRAUN ERIK–ILOSKICS ZITA–SEBESTYÉN TAMÁS [2021]: A magyar megyék szerepe és pozíciója a kutatási együttműködési hálózatokban. *Tér és Társadalom*, 35. évf. 3. sz. 33–58. o.
- BRUNEEL, J.–D’ESTE, P.–SALTER, A. [2010]: Investigating the factors that diminish the barriers to university–industry collaboration. *Research Policy*, Vol. 39. No. 7. 858–868. o. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.03.006>.
- CALOGHIROU, Y.–TSAKANIKAS, A.–VONORTAS, N. S. [2001]: University–industry cooperation in the context of the European framework programmes. *The Journal of Technology Transfer*, Vol. 26. No. 1. 153–161. o.
- CAPELLO, R. [2015]: *Regional economics*. Routledge, New York. <https://doi.org/10.4324/9781315720074>.
- CSÁFORDI ZSOLT–LŐRINCZ LÁSZLÓ–LENGYEL BALÁZS–KISS KÁROLY MIKLÓS [2018]: Productivity spillovers through labor flows: productivity gap, multinational experience and industry relatedness. *The Journal of Technology Transfer*, Vol. 45. No. 1. 86–121. o. <https://doi.org/10.1007/s10961-018-9670-8>.
- D’AMBROSIO, A.–MONTRESOR, S.–PARRILLI, M. D.–QUATRARO, F. [2019]: Migration, communities on the move and international innovation networks: an empirical analysis of Spanish regions. *Regional Studies*, Vol. 53. No. 1. 6–16. o. <https://doi.org/10.1080/00343404.2018.1426850>.
- D’ESTE, P.–IAMMARINO, S. [2010]: The spatial profile of university–business research partnerships. *Papers in Regional Science*, Vol. 89. No. 2. 335–350. o. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2010.00292.x>.
- DOSO, M.–LEBERT, D. [2019]: The centrality of regions in corporate knowledge flows and the implications for Smart Specialisation Strategies. *Regional Studies*, Vol. 54. No. 1. 1–11. o. <https://doi.org/10.1080/00343404.2019.1619923>.
- EJERMO, O. [2009]: Regional Innovation Measured by Patent Data – Does Quality Matter? *Industry and Innovation*, Vol. 16. No. 2. 141–165. o. <https://doi.org/10.1080/13662710902764246>.
- ERIKSSON, R. H.–LENGYEL BALÁZS [2019]: Co-worker networks and agglomeration externalities. *Economic Geography*, Vol. 95. No. 1. 65–89. o. <https://doi.org/10.1080/00130095.2018.1498741>.
- FARKAS ROLAND–BACZUR RICHÁRD [2023]: Először térben vagy panelban? A térbeli panelmodellek felépítési stratégiájának egy sarkalatos problémája. *Közgazdasági Szemle*, 70. évf. 7–8. sz. 828–846. o. <https://doi.org/10.18414/KSZ.2023.7-8.828>.
- FITJAR, R. D.–RODRÍGUEZ-POSE, A. [2019]: Where cities fail to triumph: The impact of urban location and local collaboration on innovation in Norway. *Journal of Regional Science*, Vol. 60. No. 1. 5–32. o. <https://doi.org/10.1111/jors.12461>.
- FREEMAN, C. [1987]: *Technology policy and economic performance*. Pinter, London.
- FRITSCH, M.–SLAVTCHEV, V. [2010]: How does industry specialization affect the efficiency of regional innovation systems? *The Annals of Regional Science*, Vol. 45. No. 1. 87–108. o. <https://doi.org/10.1007/s00168-009-0292-9>.
- HENDERSON, V. [1997]: Medium size cities. *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 27. No. 6. 583–612. o. [https://doi.org/10.1016/s0166-0462\(96\)02169-2](https://doi.org/10.1016/s0166-0462(96)02169-2).
- HOEKMAN, J.–FRENKEN, K.–VAN OORT, F. [2008]: *Collaboration Networks as Carriers of Knowledge Spillovers: Evidence from EU27 Regions*. DIME Working Paper in the series

- on “Dynamics of Knowledge Accumulation, Competitiveness, Regional Cohesion and Economic Policies, FP7 Project”.
- HUGGINS, R.–PROKOP, D.–THOMPSON, P. [2020]: Universities and open innovation: The determinants of network centrality. *The Journal of Technology Transfer*, Vol. 45. 718–757. o. <https://doi.org/10.1007/s10961-019-09720-5>.
- JACOBS, J. [1969]: *The economy of cities*. Vintage, New York.
- JONES, C. I. [1995]: R&D-based models of economic growth. *Journal of Political Economy*, Vol. 103. No. 4. 759–784. o. <https://doi.org/10.1086/262002>.
- JUHÁSZ SÁNDOR [2019]: Spinoffs and tie formation in cluster knowledge networks. *Small Business Economics*, Vol. 56. 1385–1404. o. <https://doi.org/10.1007/s11187-019-00235-9>.
- KLEINKE, K.–STEMMLER, M.–REINECKE, J.–LÖSEL, F. [2011]: Efficient ways to impute incomplete panel data. *ASTA Advances in Statistical Analysis*, Vol. 95. 351–373. o. <https://doi.org/10.1007/s10182-011-0179-9>.
- KOGLER, D.–WHITTLE, A.–KIM, K.–LENGYEL BALÁZS [2023]: Understanding regional branching: knowledge diversification via inventor and firm collaboration networks. *Economic Geography*, Vol. 99. No. 5. 471–498. o. <https://doi.org/10.1080/00130095.2023.2242551>.
- KOTOSZ BALÁZS–LUKOVICS MIKLÓS–MOLNÁR GABRIELLA–ZUTI BENCE [2015]: How to measure the local economic impact of universities? Methodological overview. *Regional Statistics*, Vol. 5. No. 2. 3–19. o. <https://doi.org/10.15196/rs05201>.
- LENGYEL BALÁZS–LEYDESDORFF, L. [2015]: The effects of FDI on innovation systems in Hungarian regions: Where is the synergy generated? *Regional Statistics*, Vol. 5. No. 1. 3–24. o.
- LUNDVALL, B. Å. (szerk.) [1992]: *National systems of innovation: Toward a theory of innovation and interactive learning*. Pinter, London.
- LUNDVALL, B. (szerk.) [2010]: *National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Anthem Press, London.
- MAIETTA, O. W. [2015]: Determinants of university–firm R&D collaboration and its impact on innovation: A perspective from a low-tech industry. *Research Policy*, Vol. 44. No. 7. 1341–1359. o. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2015.03.006>.
- NELSON, R. R. [1993]: *National innovation systems: A comparative study*. Oxford University Press, New York.
- OECD [2019]: *University-Industry Collaboration: New Evidence and Policy Options*. OECD, Párizs.
- PÁTHY ÁDÁM [2017]: Types of development paths and the hierarchy of the regional centres of Central and Eastern Europe. *Regional Statistics*, Vol. 7. No. 2. 124–147. o.
- PONDS, R.–VAN OORT, F.–FRENKEN, K. [2009]: Innovation, spillovers and university–industry collaboration: an extended knowledge production function approach. *Journal of Economic Geography*, Vol. 10. No. 2. 231–255. o. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbp036>.
- PROTOGEROU, A.–CALOGLIROU, Y.–SIOKAS, E. [2013]: Twenty-five years of science–industry collaboration: the emergence and evolution of policy-driven research networks across Europe. *The Journal of Technology Transfer*, Vol. 38. 873–895. o.
- REICHERT, S. [2019]: *The Role of Universities in Regional Innovation Ecosystems*. European University Association, https://www.eua.eu/images/pdf/eua_innovation_ecosystem_report.pdf.
- REILLON, V. [2017]: EU framework programmes for research and innovation: Evolution and key data from FP1 to Horizon 2020 in view of FP9. European Parliamentary Research Service, szeptember. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_IDA\[2017\]608697](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document.html?reference=EPRS_IDA[2017]608697).

- ROEDIGER-SCHLUGA, T.–BARBER, M. J. [2008]: R&D collaboration networks in the European Framework Programmes: Data processing, network construction and selected results. *International Journal of Foresight and Innovation Policy*, Vol. 4. No. 3–4. 321–347. o.
- ROMER, P. M. [1990]: Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, Vol. 98. No. 5. Part 2. S71–S102.
- SANTOALHA, A. [2018]: Technological diversification and Smart Specialisation: the role of cooperation. *Regional Studies*, Vol. 53. No. 9. 1269–1283. o. <https://doi.org/10.1080/00343404.2018.1530753>.
- SCHAEFFER, P. R.–FISCHER, B.–QUEIROZ, S. [2018]: Beyond Education: The Role of Research Universities in Innovation Ecosystems. *Foresight and STI Governance*, Vol. 12. No. 2. 50–61. o. <https://doi.org/10.17323/2500-2597.2018.2.50.61>.
- SEBESTYÉN TAMÁS–VARGA ATTILA [2013a]: Research Productivity and the Quality of Inter-regional Knowledge Networks. *The Annals of Regional Science*, Vol. 51. No. 1. 155–189. o. <https://doi.org/10.1007/s00168-012-0545-x>.
- SEBESTYÉN TAMÁS–VARGA ATTILA [2013b]: A novel comprehensive index of network position and node characteristics in knowledge networks: Ego network quality. Megjelent: *Scherngell, T. (szerk.): The geography of networks and R&D collaborations*. Springer, Cham, 71–97. o.
- SEBESTYÉN TAMÁS–BRAUN ERIK–ILOSKICS, ZITA–VARGA ATTILA [2021]: Spatial and institutional dimensions of research collaboration: a multidimensional profiling of European regions. *Regional Statistics*, Vol. 11. No. 2. 3–31. o. <https://doi.org/10.15196/rs110203>.
- SOUSA, C.–SALAVISA, I. [2015]: International R&D networks in renewable technologies – Evidence from the Portuguese participation in European Framework Programmes. *Centro de Estudos sobre a Mudança Socioeconómica eo Território*, Lisszabon.
- TAGAI GERGELY [2023]: Az európai kutatási együttműködések egyenlőtlen terei. *Területi Statisztika*, 63. évf. 2. sz. 179–206. o.
- TER WAL, A. L. J.–BOSCHMA, R. A. [2009]: Applying social network analysis in economic geography: Framing some key analytic issues. *The Annals of Regional Science*, Vol. 43. 739–756. o. <https://doi.org/10.1007/s00168-008-0258-3>.
- VALLANCE, P.–BLAŽEK, J.–EDWARDS, J.–KVĚTOŇ, V. [2017]: Smart specialisation in regions with less-developed research and innovation systems: A changing role for universities? *Environment and Planning C: Politics and Space*, Vol. 36. No. 2. 219–238. o. <https://doi.org/10.1177/2399654417705137>.
- VARGA ATTILA [2002]: Térökonometria. *Statisztikai Szemle*, 80. évf. 4. sz. 354–370. o.
- VARGA ATTILA–SEBESTYÉN TAMÁS [2015]: Innováció Kelet-Közép-Európában. *Közgazdasági Szemle*, 62. évf. 9. sz. 881–908. o.
- VARGA ATTILA–SEBESTYÉN TAMÁS [2017]: Does EU Framework Program Participation Affect Regional Innovation? The Differentiating Role of Economic Development. *International Regional Science Review*, Vol. 40. No. 4. 1–35. o. <https://doi.org/10.1177/0160017616642821>.
- VARGA ATTILA–PONTIKAKIS, D.–CHORAFAKIS, G. [2014]: Metropolitan Edison and Cosmopolitan Pasteur? Agglomeration and Interregional Research Network Effects on European R&D Productivity. *Journal of Economic Geography*, Vol. 14. No. 2. 229–263. o. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbs041>.
- VAS ZSÓFIA–BAJMÓCY ZOLTÁN [2012]: Az innovációs rendszerek 25 éve: Szakirodalmi áttekintés evolúciós közgazdaságtani megközelítésben. *Közgazdasági Szemle*, 59. évf. 11. sz. 1233–1256. o.

Függelék

F1. táblázat

A foks számokat tartalmazó térbeli modellek regressziós eredményei

Modell	Azonos típusú régió belüli	Elterő típusú régió belüli	Azonos típusú régió kívüli	Elterő típusú régió kívüli	Régió belüli	Régió kívüli	Azonos típusú összesen	Elterő típusú összesen
	Hiba-autokorreláció	0,275***	0,275***	0,275***	0,275***	0,275***	0,275***	0,275***
GDP	0,003***	0,003***	0,003***	0,003***	0,003***	0,003***	0,003***	0,003***
Emberi tőke	3,692	3,717	3,842	3,789	3,697	3,827	3,837	3,781
K + F	0,095***	0,095***	0,095***	0,095***	0,095***	0,095***	0,095***	0,095***
Hálózati mutató	0,196	0,141	0,009	0,016 [†]	0,091	0,007 [†]	0,009	0,015 [†]

*** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, [†] $p < 0,1$.

F2. táblázat

Az erősségeket tartalmazó térbeli modellek regressziós eredményei

Modell	Azonos típusú régió belüli	Elterő típusú régió belüli	Azonos típusú régió kívüli	Elterő típusú régió kívüli	Régió belüli	Régió kívüli	Azonos típusú összesen	Elterő típusú összesen
	Hiba-autokorreláció	0,275***	0,275***	0,275***	0,275***	0,275***	0,275***	0,275***
GDP	0,003***	0,003***	0,003***	0,003***	0,003***	0,003***	0,003***	0,003***
Emberi tőke	3,66	3,712	3,808	3,789	3,678	3,802	3,799	3,78
K + F	0,095***	0,095***	0,095***	0,095***	0,095***	0,095***	0,095***	0,095***
Hálózati mutató	0,113	0,123	0,008 [†]	0,014 [*]	0,063	0,006 [*]	0,008 [†]	0,014 [*]

*** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$, [†] $p < 0,1$.