

TANULMÁNYOK /ARTICLES

A hálózati pozíció és a regionális innovációs teljesítmény kapcsolata a térbeliség figyelembevételével

The relationship between network position and regional innovation capacity taking spatiality into account

BILICZ DÁVID, BILICZ HANGA LILLA

BILICZ Dávid: tanársegéd, Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar, Közgazdaságtan és Ökonometria Intézet; 7622 Pécs, Rákóczi út 80; bilicz.david@ktk.pte.hu; <https://orcid.org/0000-0002-9241-9399>

BILICZ Hanga Lilla: tanársegéd, Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar, Közgazdaságtan és Ökonometria Intézet; 7622 Pécs, Rákóczi út 80; bilicz.hanga@ktk.pte.hu; <https://orcid.org/0000-0002-9664-0058>

KULCSSZAVAK: regionális innovációs kapacitás; hálózati pozíció; tudásáramlás; központi mutatók; térbeli késleltetés

ABSZTRAKT: A régiók közötti tudás áramlása nagyban befolyásolja a területek innovációs kapacitását, ezáltal a vállalataik eredményességét, ugyanis jelentős mértékű, gazdaságilag hasznosítható információ áramlik adott hálózatokon belül. A tudáshálózatok körében széles körű szakirodalom foglalkozik hálózati pozíció és innovatív kapcsolattal, azonban ezek döntő része nem tér ki különböző hálózati mutatók párhuzamos értékelésére, valamint a térbeliség elemzésére.

Tanulmányunk célja a Keretprogram (Framework Programme, FP) projektek hálózatára vonatkozóan annak megállapítása, hogy milyen kapcsolat áll fenn a hálózati pozíció és a régiók innovációs képessége között. Kutatásunk során hat kiinduló regressziós egyenlet segítségével elemezzük a benyújtott szabadalmak számával mért innovatív kapacitásra gyakorolt hatások irányát, valamint a magyarázó erőbeli különbségeket különböző hálózati mutatók (fokszám, közöttségi, közelségi központosság, valamint ezek súlyozott párhuzama) esetén. Kutatásunk második szakaszában térökonometriai elemzés segítségével a hálózatok és a tér között fennálló kapcsolat jelentőségét vizsgáljuk.

Eredményeink igazolják, hogy bár a központossági mutatók egyenként mind pozitívan hatnak a regionális innovativitásra, azonban a hatás mértéke, illetve a különböző mutatók magyarázó ereje eltérő. Elemzéseink megerősítik és szintetizálják azon kutatások eredményeit, melyek a régiók kollaborációs hálózatokban elfoglalt pozíciójának tudástermelésben betöltött pozitív szerepét vizsgálják. A kapcsolatok intenzitása továbbá nem elhanyagolható, komoly mértékben befolyásolja a hálózat magyarázó erejét. A térbeli modellek esetében szintén igazolni tudtuk a hálózati és térbeli pozíció együttes hatását, azonban ez a hatás nem minden mutató esetében figyelhető meg. A súlyozott hálózatok esetében a magasabb fokszám, illetve közöttségi központosság értéke nemcsak az adott régió szabadalomszámát növeli, hanem a régió szomszédjai is hasznot tudnak húzni a régió hálózatban elfoglalt jobb helyzetéből.



Dávid BILICZ: assistant lecturer, Department of Economics and Econometrics, Faculty of Business and Economics, University of Pécs; Rákóczi út. 80., H-7622 Pécs, Hungary; bilicz.david@ktk.pte.hu; <https://orcid.org/0000-0002-9241-9399>

Hanga Lilla BILICZ: assistant lecturer, Department of Economics and Econometrics, Faculty of Business and Economics, University of Pécs; Rákóczi út. 80., H-7622 Pécs, Hungary; bilicz.hanga@ktk.pte.hu; <https://orcid.org/0000-0002-9664-0058>

KEYWORDS: regional innovation; network position; centrality measures; knowledge flow; knowledge network

ABSTRACT: According to the literature, geographical location and position within knowledge networks are two of the most important aspects of interregional knowledge flows. The latter is often measured by certain types of centrality measures that indicate how good a position is within a network. This paper applies these types of indicators as well, namely degree, closeness and betweenness centrality measures. It analyzes interregional knowledge flow between NUTS2 regions of the European Union relying on both relational data from the Framework Programmes and patenting data. At first, a network dataset is built based on the Framework Programme research and development collaboration projects. Secondly, using this relational data, OLS regressions and different spatial models are applied.

The goal of the paper is twofold. First, the authors attempt to verify the relationship between knowledge network position and regional patenting capabilities using the above network and centrality measures as main explanatory variables. The authors conclude that their hypothesis of a positive network position effect on patenting activity can be proven with the use of any of the three different types of centrality measures (degree, closeness and betweenness centrality). This effect can be shown in case of unweighted and weighted networks as well, even though the explanatory powers of the models are different in each case. These results are consistent with the findings of previous studies that show a connection between better network position of a region and increased regional innovation activity. The main contribution of the current study is that it verifies these effects on a European level for patenting activities as well, with the use of the Framework Programme network. The study also proves that there is a difference between the explanatory powers that different centrality measures hold.

The second goal of the paper is to measure whether there are any spatial effects in interregional knowledge production. In other words, the paper seeks to shed light on whether regions can benefit from better patenting activity achieved by their neighbors who hold a better position in the presented knowledge network. Based on a spatial econometric analysis the authors conclude that with the use of certain centrality indicators in a spatial lag model, an interregional spatial knowledge spillover effect is present. However, this effect can only be shown in the cases of weighted degree and betweenness centrality, which are calculated by using the number of shared projects between regions as weights. These results show that spatial location also has an impact on the innovative performance of regions. Consequently, it can be stated that a region's elevated patenting activity generated by a better network position positively affects the innovation capacity of neighboring regions.

Bevezetés

Az innováció áramlásával kapcsolatban széles irodalom foglalkozik a partneri viszonyok, illetve a partnerségekből formálódó hálózatok szerepével. E tanulmányok gyakran vizsgálják a hálózati pozíció (pl. központiság), és a hálózati minőség (pl. sűrűség) és egyéb hálózati jellemzők hatását a tudásáramlásra és tudástermelésre (lásd például Maggioni, Uberti 2009; Hoekman et al. 2013; Wanzenböck,

Scherngell, Brenner 2014; Yao, Li, Li 2020; Crescenzi, Nathan, Rodríguez-Pose 2016; Scherngell, Barber 2009). A hálózatokban való jobb elhelyezkedés szerepe kiemelkedő, ugyanis egy központibb helyzetben lévő szereplő kapcsolatai révén több, illetve jobb minőségű tudáshoz férhet hozzá. Emellett későbbi kapcsolatok kialakításában is segít, mely tovább erősíti a tudáshoz való hozzáférést és az innovativitást (Stuart 2000; Ahuja, Polidoro, Mitchell 2009; Maggioni, Uberti, Nosvelli 2014).

A tudásáramlásban, tudástermelésben a földrajzi helyzet, a fizikai tér is sokszor potenciális kutatási fókusként jelentkezik. Így nem véletlen, hogy az innovációs és tudástermelési irodalmában a földrajz szerepe is számos kutatásban megjelenik. Azonban a szakirodalomban a területiség erős szerepe mellett (Singj 2005) és ellen (McEvily, Zaheer 1999) is található bizonyíték. A hálózati megközelítéshez hasonlóan a földrajzi tér innováció-áramlásban betöltött szerepének irodalma is széles körű (lásd például Crescenzi, Nathan, Rodríguez-Pose 2016; Scherngell, Lata 2013, Hoekman, Frenken, van Oort 2009; Wanzenböck, Piribauer 2018). A két szemléletmód párhuzamba is állítható: ahogy a partnerségeket egyiségnek tekintve a hálózatok alkotják a rendszert, úgy a földrajzi pozíciók is egy rendszert alkotnak a térben.

Tanulmányunk célja, hogy az európai régiók közötti Keretprogram (Framework Programme, FP) projektek hálózatára vonatkozóan megállapítsuk, vajon a hálózati pozíció pozitívan befolyásolja-e a régiók innovációs képességét. Ezt korábban a kollaboratív tudáshálózatok körében számos szakirodalom vizsgálta (lásd például Maggioni, Uberti 2009; Hoekman et al. 2013; Wanzenböck, Scherngell, Brenner 2014; Yao, Li, Li 2020; Broekel et al. 2017), ám jellemzően nem az FP-hálózaton, valamint nem több, különböző mutató párhuzamos alkalmazásával. Kutatásunk során hat különböző, a hálózati pozíciót, mint magyarázó változót külön mutatókkal bevonó kiinduló regressziós egyenlet alapján modellezünk. Így tanulmányunk egyik fő hozzáadott értéke, hogy képesek vagyunk a hatások általános irányának leírásán túl a magyarázóerőbeli különbségek feltárására is. Kutatásunk második szakaszában térökonometriai számításokat is végzünk. A térbeliség figyelembevételével pedig tanulmányunk várakozásaink szerint a kollaborációs hálózatok és a tér között fennálló kapcsolat jelentőségét erősíti meg. Mivel elmondható, hogy a hálózati centralitás sok esetben egybeesik az innovativitást jól leíró szabadalmazás térbeli koncentrációjával, így kutatásunk további nívuma a térbeliség szerepének ezen túlmutató megragadásában rejlik.

Eredményeink igazolják, hogy bár a központisági mutatók egyenként mind szignifikáns hatással bírnak a regionális innovativitásra, azonban a hatás mértéke, illetve a különböző mutatók magyarázóereje eltérő. Ez kifejezetten igaz a súlyozott és súlyozatlan hálózatok összevetésénél, ahol a partnerségek szorosságával súlyozott hálózatok esetében rendre magasabb magyarázóerőt tapasztaltunk. Előbbi ellentmond a más típusú tudáshálózatok esetében tapasztaltakkal, ahol nem minden mutató hatását tudták egyértelműen kimutatni

(Liu et al. 2005), utóbbi viszont megerősíti a szintén más tudáshálózatok körében tapasztalt hatás-erősségbeli különbségeket (Abbasi, Altmann, Hossain 2011). A térbeli modellek esetében szintén igazolni tudtuk a hálózati és térbeli pozíció együttes szignifikáns hatását, megerősítve a korábbi eredményeket (lásd például Maggioni, Uberti 2009; Wanzenböck, Scherngell, Brenner 2014; Yao, Li, Li 2020), azonban ez az összefüggés nem minden mutató esetében figyelhető meg.

Földrajzi elhelyezkedés és tudásáramlás

A tudás hálózatokban való áramlásának elemzése során a fókusz főként a hálózati közelségre helyeződik. Ennek ellenére a földrajzi közelség (vagy másfelől közelítve földrajzi távolság) hatása is hasonlóan fontos lehet, hiszen a környező területek szervezetei által termelt tudás túlcsoportulhat a közeli vagy szomszédos régiók szervezeteihez is. Jellemző, hogy kisebb szereplők (főleg vállalatok esetében) kisebb távolságban gondolkodnak, amikor partnert keresnek (De Jong, Freel 2010). Ezen túl természetesen hatása lehet a tudásáramlás minőségére is, például a növekvő távolság nehezítheti a tudásáramlást (Singj 2005), valamint a közeli vállalatok között kialakult klaszterek javítják a szereplők és a régió innovativitását (Fornahl, Broekel, Boschma 2011). Továbbá a térbeli és hálózati pozíció közötti kölcsönhatások is fontosak, ugyanis például a hálózatban elfoglalt központi szerep képes helyettesíteni a földrajzi közelség pozitív hatásait (Bilicz 2021).

Földrajzi egységek (például országok, régiók) makroszinten való vizsgálata esetében a tudásáramlás földrajzi lehatárolása alapján beszélhetünk régión kívüli tudásáramlásról, valamint régióon belüli tudásáramlásról is (Varga, Horváth 2015). Utóbbira jellemző az agglomerációs hatás. Az agglomerációknak fontos szerepük van a piacorientált kutatások esetében a kutatások hatékonyságára (Varga, Pontikakis, Chorafakis 2014), valamint ezzel összefüggésben a szabadalmi teljesítményt is növelik (Sebestyén, Varga 2012).

Országok szintjét vizsgálva jellemző, hogy a jobb hálózati pozícióval rendelkező területek szervezetei a magasabb hozzáadott értékű, komplexebb tevékenységek ellátásában, míg a kevésbé központiak alacsonyabb komplexitású tevékenységek ellátásában vesznek gyakrabban részt (Balland, Boschma, Ravet 2019). Régiók tudás-termelése szintjén a legfejlettebb régiók szűk köre a szabadalmaztatás jelentős hányadát magáénak tudhatja, így a velük kialakított kapcsolatok különösen hasznosak lehetnek (Maggioni, Uberti, Usai 2011). A tudás áramlásának módjára a régiók fejlettsége is hatással van. Míg a fejlettebb régiók szabadalmaztatási aktivitása esetében a szomszédos régiók által termelt tudás földrajzi átcsordulása a legjellemzőbb, a kevésbé fejlett régiók esetében inkább a hálózati partnerektől származó tudás erősíti a szabadalmaztatási teljesítményt (Varga, Sebestyén 2017).

Összességében tehát a régiók és nemzetek közötti tudás áramlása nagyban befolyásolja a területek innovációs kapacitását, és ezáltal a vállalataik eredményessé-

gét, közvetett úton pedig lakosságuk jólétét. E hálózatok mentén ugyanis jellemzően jelentős mennyiségű, gazdaságilag hasznosítható információ áramlik. A gyenge hálózati összeköttetéssel rendelkező régiók kitétsége néhány partnerük irányába kifejezetten magas, ennek következtében a hálózatokból kinyerhető információt is csak közvetítők segítségével érhetik el, ami a regionális innovációs folyamatok hatékonyságának csökkenésével járhat (Reillon 2016). E régiók közötti különbségek csökkentésére, illetve az Európai Unió, mint egység innovációs potenciáljának növelésére alkották meg az Európai Kutatási Térség (EKT) koncepcióját. Ennek célja egyfelől, hogy az Európán belüli regionális innovativitási különbségek áthidalását elősegítse, másrészt pedig, hogy az európai térség innovációs kapacitását világviszonylatban is versenyképesebbé tegye (Reillon 2016).

Tanulmányunkban az európai régiók közötti Keretprogram projektek hálózatát, mint egy speciális kollaborációs hálózatot vesszük alapul. Mivel az EKT megvalósulásának fő eszközei a Keretprogramok, ezért az általuk létrehozott hálózat elemzése a kutatók és döntéshozók számára egyaránt fontos (Roediger-Schluga, Barber 2008; Reillon 2016), ennek eredményeként pedig az FP-hálózat az egyik legszélesebb körben kutatott tudáshálózat. Hátránya, hogy más hálózatokkal (például kutatói együttműködések, szabadalmi hálózatok) ellentétben nem természetes úton, hanem külső beavatkozások (támogatott projektek) révén jön létre (Varga, Pontikakis, Chorafakis 2014), azonban elmondható, hogy jelenleg az EKT-t vizsgáló kutatások túlnyomó része is az FP-k elemzésével foglalkozik. Igaz továbbá, hogy az FP-k az Európai Unió teljes területét lefedő, országokon átívelő együttműködések létrejöttét ösztönzik, így megfelelő hálózatot biztosítanak jelen elemzésünkhöz is. Az FP-hálózatról elmondható továbbá, hogy a szerkezete viszonylag állandó, azaz például a legnagyobb központi-sággal rendelkező NUTS2-es régiók körében Erdil, Akçomak, Çetinkaya (2018) alapján csak minimális mozgás figyelhető meg az idő múlásával. Következésképpen az FP-projektek megfelelő vizsgálati alapként szolgálnak jelen kutatásunkban is a NUTS2-es régiók elemzésekor.

A tudástermelés szervezeti szinten is olyan folyamatnak tekinthető, amely nem áll meg adott szervezeti határok között, hanem jellemzően vállalatok közötti interakciók révén jön létre (Powell, Koput, Smith-Doerr 1996). Már egyes partnerségek önmagukban is képesek lehetnek fejleszteni a szereplők tanulási képességét (Mowery, Oxley, Silverman 1996), tudásállományát (Cowan, Jonard, Zimmermann 2006), valamint innovativitását (Sampson 2007). Mivel egy szereplőnek jellemzően több partnere is van, így a jelenség ennél szélesebb fókusszal is elemezhető. Ezen a szinten túllépve ugyanis egy adott szereplő közvetlen partnereinek összessége is hatással van az alanyra, sőt, ha több szereplő több partneri együttműködéseit is figyelembe vesszük, e szereplőket és a köztük lévő kapcsolatokat csúcspontként és élökként modellezve egy hálózatot kapunk. Ilyen, a hálózatok teljes egészével foglalkozó irodalomban is találunk összefüggést a hálózat minősége és az abban elfoglalt pozíció, valamint a tudáshoz való hozzáférés te-

kintetében (lásd például Sebestyén, Varga 2012; Reagans, McEvily 2003; Schilling, Phelps 2007).

A hálózatban betöltött pozícióra a leggyakrabban használt mutatók a központisági mutatók, melyek egy értékkel közelítik meg, hogy milyen értékes az adott szereplő által elfoglalt pozíció. A tudáshálózatok szakirodalmában azonban vannak olyan tanulmányok is, melyek másfajta hálózati központisági mutatók esetében ellentétes előjelű hatást mutattak ki a tudáshoz való hozzáférésre. Társ-szerzői hálózatok esetében ilyen eredmény született a foksám és más központisági mutatók közötti eltérésekről (Abbasi, Altmann, Hossain 2011), de különböző központisági mutatók magyarázó erejei is eltérőek lehetnek (Liu et al. 2005). A tanulmány annak a kérdésnek megválaszolására tesz kísérletet, hogy a kollaborációs hálózatok esetében a különböző központisági mutatók milyen mértékben hatnak a regionális tudástermelésre a térbeliség hatása nélkül, valamint e hatás figyelembevételével.

A különböző mutatók magyarázóerejének összevetésével megvizsgálhatjuk, hogy a hálózatnak csak egyes szeleteit vizsgáló foksám központisághoz képest más, a teljes hálózat szerkezetét is figyelembe vevő központisági mutatók (Freeman 1978) nagyobb információ-értéket hordoznak-e.

Hipotéziseink

Korábbi eredmények a kollaboratív tudáshálózatok körében beszámolnak olyan eredményekről, miszerint a hálózati pozíciót leíró különböző mutatók (lásd pl. a foksám-: Maggioni, Uberti 2009; Hoekman et al. 2013, Wanzenböck, Scherngell, Brenner 2014; Coffano, Foray, Pezzoni 2017; a közöttség-: Maggioni, Uberti, Nosvelli 2014; Yao, Li, Li 2020; Huggins, Prokop 2017; Broekel et al. 2017; és a közelségi központiság: Yao, Li, Li 2020) a régió innovációs, tudástermelési képességével pozitív irányú összefüggésben vannak. Így tehát az első hipotézisünk, hogy:

H1: Az FP-projektek hálózatában a jobb hálózati pozíció és a régiók innovációs teljesítménye között pozitív irányú kapcsolat figyelhető meg.

Mivel az előbbieken megállapítottuk, hogy a jobb hálózati pozíció többféleképpen is definiálható, ezért a következőkben első fő hipotézisünket olyan alhipotézisek mentén vizsgáljuk, amelyekben a jobb hálózati pozíciót a különböző központisági mutatókkal mért magasabb értékekkel definiáljuk. Erre a következő három mutató¹ elemzésével vállalkozunk:

- foksám központiság;
- közelségi központiság;
- közöttségi központiság.

A tanulmányunkban a hálózatok elemzésénél súlyozatlan (vagyis a kapcsolatok pusztá meglétét vizsgáló) hálózatot, valamint súlyozott (a szereplők közötti kapcsolatok intenzitását is figyelembe vevő) hálózatot egyaránt vizsgáltunk. Ta-

nulmányunkban mindhárom központi mutatót mindkét hálózat esetében alkalmaztuk, így összességében hat mutató elemzését végeztük el.

Ilyen téren kevés kutatás született, ám más típusú tudáshálózatok esetében tapasztalhatóak eltérések a különböző mutatók által mért magyarázóerőről és a hatás meglétéről egyaránt. Kutatók tudáshálózata esetében míg Abbasi, Altmann, Hossain (2011) pozitív kapcsolatot találtak a foksám központiság és a tudományos teljesítmény között, addig a közelségi és közöttiségi központiság esetében a kapcsolat nagysága statisztikailag nem szignifikáns. Eközben más tanulmányok a közöttiségi központiságot találták a kutatói teljesítményt legjobban mérő mutatóknak (Liu et al. 2005).

Ezek a különbségek abból a problémából eredeztethetők, hogy bár a központi mutatók mind a csúcsok hálózati pozíciójának minőségét mérik, azok mögöttes tartalma mutatónként eltér. Míg a foksám központiság a csúcsok csomóponti jellegét méri, vagyis azt, hogy hány kapcsolata van egy adott csúcsnak, addig a közöttiségi és közelségi központiság rendre a hálózaton belüli közvetítő szerepet, valamint a potenciális információhoz való hozzájutás sebességét mérik. Mivel tanulmányunk egyik fő hozzáadott értéke e központi mutatók közötti magyarázóerőbeli különbségek feltárása, így megfogalmazódott második hipotézisünk:

H2: A különböző mutatók között magyarázóerőbeli különbségek nem fedezhetők fel.

Emellett kutatásunkban szeretnénk feltárni a tér esetleges befolyásoló szerepének jelentőségét a fenti kapcsolatokra. Szakirodalmi eredmények alapján a hálózatok alakulásában a térnek kiemelkedő szerepe van (lásd például Crescenzi, Nathan, Rodríguez-Pose 2016; Scherngell, Lata 2013; Hoekman, Frenken, van Oort 2009; Wanzenböck, Piribauer 2018), valamint a régiók térbeli elhelyezkedése a hálózat mellett is szignifikáns hatással bír a regionális innovációs képességre (Maggioni, Uberti 2009; Wanzenböck, Scherngell, Brenner 2014; Yao, Li, Li 2020; Crescenzi, Nathan, Rodríguez-Pose 2016). Így harmadik fő hipotézisünket a következőképpen fogalmaztuk meg:

H3: Az FP-projektek hálózatában a hálózati pozíció és a régiók innovációs teljesítménye közötti kapcsolatra a tér befolyásoló hatással bír.

Módszertan

A vizsgálati egység

Kutatásunk vizsgálati fókusza az Európai Unió, annak is NUTS2-es régiói adják a megfigyelési egységeket. Ennek oka egyfelől, hogy az Európai Unió régiós besorolása alapján ez a területi egység a leginkább alkalmas átfogó regionális folyamatok vizsgálatára, melybe a kutatásunk is illeszkedik (ec.europa.eu é.n.). Másfelől a NUTS2-es régiók számosságuk okán megfelelő méretű mintát adnak ahhoz, hogy

statisztikai elemzéseket végezve megfelelő bizonyossággal tudjuk tesztelni a vizsgált kapcsolatok meglétét. Ezen felül gyakorlati indok még a NUTS2-es szint alkalmazására az adatok elérhetősége, ugyanis ez az a szint, amire a legtöbb regionális adat rendelkezésre áll.² Elemzésünket a 2016-os évre végeztük, a magyarázó- valamint kontrollváltozók időben eltoló értékeivel modellezve. Ez utóbbi változók esetében a szakirodalomban gyakran javasolt időbeli eltolást jelen esetben éves eltolásként (lásd például Katila 2000) alkalmaztuk, így ezen adataink a 2015-ös évre vonatkozóan kerültek a modelljeinkbe.

Alkalmazott változók

Ezen alfejezetben bemutatásra kerülnek az elemzéseinkben használt változók azok modelljeinkben betöltött szerepe szerint. A bevont változók leírását, rövid elnevezését, illetve néhány fontos deskriptív adatot az 1. táblázat tartalmazza.

A változók kiválasztásánál szerepet játszott a széles körben való konzisztens elérhetőség a kiválasztott területi szinten. Az adataink forrása az Eurostat regionális adatbázisa volt, melyben az adatok elérhetősége a regionális tudás termelésével foglalkozó irodalomban gyakran használt mutatók (Ulku 2004) közül a három általunk kiválasztott mutató esetében volt megfelelő a vizsgálati években.

A tudásáramlás, a tudástermelés mérésére számos módszert és mérőszámot szokás alkalmazni. A régiók innovativitásának vizsgálatára a benyújtott szabadalmak száma az előzőekben felvázoltak szerint az innovativitást megfelelően mérő mutatónak bizonyul (Acs, Anselin, Varga 2002; Griliches 1998; Maggioni, Nosveli, Uberti 2007), valamint az elemzési keretünkbe is megfelelően illeszkedik. Ehhez az adatállományt jelen kutatásban a 2016-ban a PCT (Patent Cooperation Treaty – A Szellemi Tulajdon Világszervezete [WIPO] adatbázisa) számára benyújtott szabadalmak száma adja. A benyújtott szabadalmak használata mellett szól, hogy időben közelebb van az innovatív tevékenységhez, mint a szabadalom megítélésének dátuma. Hátránya, hogy nem minden iparágban azonos a szabadalmak szerepe (Hoekman, Frenken, Van Oort 2009; Graf, Henning 2009) ezáltal innovatívabbnak mér olyan régiókat, melyeknek komparatív előnye olyan iparágakban van, melyek szabadalom-intenzívebbek.

A tudásáramlással, tudástermeléssel foglalkozó szakirodalom a hálózati pozíciót leggyakrabban központisági mutatókkal méri. Jelen kutatásban következőképpen a hálózat struktúráját az alábbi három központisági mutatóval mértük: foksám-, közöttiségi- és közelségi központisági. A központisági mutatók mindegyike esetében kiszámítottuk a súlyozatlan és a partnerek számával súlyozott hálózat esetében is a központisági értékeket.

A foksám központiság azt jelöli, hogy adott régió szervezetei hány másik régió szervezeteivel léptek kapcsolatba (Freeman 1978). Ez a mutató nem veszi figyelembe azt, hogy milyen erősségű és intenzitású a kapcsolat, esetleg megfigyelhetőek-e többszörös, ismételt kapcsolatok a hálózatban, holott ez lehet, hogy

többlatinformációval szolgál (Tóth et al. 2021). Ennek következtében a projektek számával súlyozott értéket is bevontuk a modellbe, mely segítségével nemcsak a régiók között meglévő kapcsolatok meglétét tudjuk modellezni, hanem azt is, hogy adott régiók között milyen intenzitású a fennálló kapcsolat.

Ezen felül két másik központisági mutatót is alkalmaztunk: a közelségi, valamint a közöttiségi központiságot. Előbbi a hálózat összes szereplőjének vizsgált csúcstól való távolságát veszi alapul, a második mutató pedig akkor magasabb, ha sok másik (közvetlenül össze nem kötött) csúcspár közötti legrövidebb út átmegy az adott csúcson (Freeman 1978; Wanzenböck, Scherngell, Brenner 2014). Mindezeknek interpretációs szempontból is fontos szerepük van.

A magasabb közelségi központisággal rendelkező régióknak a többi régiótól való átlagos távolsága kisebb, így e régiók egy másik, véletlenszerű régiónál fel-lelhető tudáshoz nagyobb valószínűséggel, könnyebben és gyorsabban férhetnek hozzá (Yin et al. 2006; Borgatti, Everett 1999; Freeman, 1978). A hálózat közös projektek számával való súlyozása esetében a több közös projekttel rendelkező régiók közötti távolság lerövidül, melynek következtében a tudás könnyebben áramlik a két régió szervezetei között. Interpretációs szempontból ennek azért van jelentősége, mert egy jobb közelségi központisággal rendelkező régió gyorsabban, kevesebb közvetítő segítségével, így költséghatékonyabban (Freeman 1978) képes információhoz jutni, mint más, gyengébb központisági mutatóval rendelkező régiók.

Míg a foksám-típusú központiság az adott csúcs kapcsolatait veszi figyelembe, vagyis azt, hogy hány másik szereplővel van közvetlen összeköttetése a vizsgált egységnek, ezzel szemben a közöttiségi központiság azt vizsgálja, hogy milyen lehetőségei vannak híd szerepét betölteni, illetve kontrollálni más szereplők közötti kapcsolatokat, vagyis, hogy hány olyan össze nem kötött élpár van a hálózatban, melyek kommunikációjában közvetítőként léphet fel az adott szereplő (Freeman 1978; Wanzenböck, Scherngell, Brenner 2014). A magasabb közöttiségi központiság tehát egyfajta információközvetítő (bróker) szerepként interpretálható (Sigler, Neal, Martinus 2023). Az ilyen közvetítők általában könnyebben férhetnek hozzá olyan tudáshoz, mely a régió számára értékes lehet, és újszerű, nem redundáns (Bianchi, Galaso, Palomeque 2023). A projektszámmal való súlyozás a közelségi központiság esetéhez hasonlóan itt is a régiók közötti távolság csökkenésében játszik szerepet. Súlyozott hálózatok esetében azzal a feltételezéssel élünk, hogy több közös projekttel rendelkező régiópár között könnyebb áramlik a tudás, így e kapcsolatok közvetítő szerepet is könnyebben tudnak betölteni.

A hálózati adatainkat az FP-projektekben részt vevő régiók adják, ezen belül a mintába a 2015-ben futó projektek kerültek be. E projektek azok, melyek 2015-ben vagy annál korábban indultak. Ezen esetekben tehát hosszú távú együttműködés feltételezhető, és a 2015-ös fókusszal biztosítható, hogy az ebben az évben is intenzív együttműködések kerülnek bele a mintába.

A hálózati adataink forrása a CORDIS adatbázis, az innen kinyert projekt-részvételek képezik adatállományunk alapját. Az adatbázis minden eleme besorolásra került egy NUTS2-szintű régióba, mely régiókból aztán kapcsolati mátrixot képeztünk. Ebben a csúcsok a NUTS2 régiókat, az élek pedig a két csúc közötti projektek számát (súlyozott hálózat esetében), vagy a kapcsolat meglétét (súlyozatlan hálózat esetében) jelölik.

Ezek következtében A súlyozott kapcsolati mátrix általános eleme a következő:

$$\begin{aligned} \text{ha } i \neq j, \text{ akkor } a_{ij} &= n \\ \text{ha } i = j, \text{ akkor } a_{ij} &= 0 \end{aligned} \quad (1)$$

ahol i és j egy régiópár, n pedig az általuk közösen jegyzett projektek száma. A hálózat élei irányítatlanok, melynek következtében

$$a_{ij} = a_{ji} \quad (2)$$

A fentiekből levezethető a súlyozatlan B szomszédsági mátrix is, melynek általános eleme A mátrix elemének segítségével így írható le:

$$\begin{aligned} b_{ij} &= 0, \text{ ha } a_{ij} = 0, \text{ és} \\ b_{ij} &= 1, \text{ ha } a_{ij} \neq 0 \end{aligned} \quad (3)$$

Kontrollváltozóként széles körben elérhető adatok kerültek bevonásra. Modelljeinkben a tudásáramlási és tudástermelési szakirodalomban gyakran használt változókat alkalmaztuk (Ulku 2004), melyek kiválasztásában szerepet játszott az adatok friss és konzisztens elérhetősége is, melyhez az Eurostat adatbázisát használtuk.

A leggyakoribb kontrollváltozó a nominális értékben vagy vásárlóerő paritásos mért egy főre jutó GDP szint (Cypher, Dietz 1997), ezek kontrollálnak a régió fejlettségi szintjére. Jelen kutatásban így az egy főre jutó GDP-t vontuk be, millió PPS/főre vetítve. A szakirodalomban szintén gyakran alkalmazott mutató a kutatás-fejlesztés kiadásai, melyet jellemzően nominális mennyiségben, vagy a régió GDP-jének arányában mérve alkalmaznak (Maggioni, Nosvelli, Uberti 2007; Varga, Pontikakis, Chorafakis 2014). Kutatásban az utóbbi módszertanra építő változót vontuk be. Ezen felül a humántőke kontrollját alkalmazzák kutatások széles körben, melyekre jó közelítési mód a magasan képzett munkaerőre vonatkozó mérőszámok használata (Boschma 2005), valamint a felsőfokú végzettséggel rendelkezők aránya a népességen belül, vagy annak egy rétegén belül – például a European és a Regional Innovation Scoreboardok rendre a 25–64, illetve 30–34 éves korcsoportokat alkalmazzák. Utóbbi három mutató között értelemszerűen magas korreláció figyelhető meg, így modelljeinkbe kontrollváltozóként a vizsgált évben legszélesebb körben elérhető 25–64 éves korcsoportban felsőfokú végzettséggel rendelkezők aránya mutatót alkalmaztuk.

E szakirodalomban leggyakrabban hivatkozott változók modellbe építésével tehát teljes lett az alkalmazni kívánt változóink köre. Így a következőkben a modellezés, valamint a térbeli elemzés eredményeit mutatjuk be az ezen alfejezetben ismertetett változók használata mellett.

1. táblázat: A tanulmányban alkalmazott változók értelmezése és néhány leíró statisztikája (n=262)
Descriptive statistics of the variables (n=262)

Jelölés	Leírás	Mértékegység	Átlag	Medián	Szórás	Év
PAT_2016	A PCT régió PCT-ben benyújtott szabadalmainak száma	Darab	180,640	94,580	271,083	2016
Degree	Fokszám központiság (partnerek száma)	Darab	338,798	370,000	142,452	2015
Degree_W	Projektek számával súlyozott fokszám központiság	Millió €	6 016,357	2 640,000	1 0347,876	2015
Closeness	Közelségi központiság	Egység	2,589E-03	2,639E-03	0,486E-03	2015
Closeness_W	Projektek számával súlyozott közelségi központiság	Egység	2,906E-03	3,232E-03	1,002E-03	2015
BW	Közöttiségi központiság	Egység	115,221	59,116	145,633	2015
BW_W	Projektek számával súlyozott közöttiségi központiság	Egység	119,951	5,778	531,149	2015
RD exp	K+F kiadások a GDP arányában	%	1,673	1,470	1,204	2015
GDP_pc	Az egy főre jutó GDP értéke	Millió PPS/fő	27,925	26,241	10,202	2015
EDU 25-64	A felsőfokú végzettséggel rendelkezők aránya a 25-64 éves korosztályban.	%	29,549	28,300	9,102	2015

Forrás: saját szerkesztés

Vizsgált hálózati hatásmechanizmusok

A központisági mutatók a hálózatelemzésben a hálózat különböző csúcsainak pozícióját kísérlik meg számszerűsíteni. A központisági mutatók magasabb értéke azt indikálja, hogy az adott csúcs a hálózaton belül jobb pozíciót foglal el, azonban korántsem mindegy, hogy milyen központisági mutatót alkalmazunk. Tanulmányunkban három különböző mutatót vontunk be a vizsgálatunkba, melyek magyarázó erejét súlyozott és súlyozatlan regionális kollaborációs hálózatok esetében is teszteltük. Kiemelendő, hogy az általunk vizsgált FP-hálózat egy szervezetek között létrejött közös kutatás-fejlesztési projekteken alapuló hálózat, ezzel szemben a vizsgálatunk alanyai a régiók. A hálózatot ennek következtében elemzés előtt szükséges volt aggregálnunk, mely aggregálás enyhén befolyásolja a vizsgált hatásmechanizmusok jelentéstartalmát.

A foksám központiság a legegyszerűbb módon ragadja meg egy adott csúcs pozícióját: azt méri, hogy a vizsgált csúcs hány másik csúccsal létesít kapcsolatot (Freeman 1978). A mutató esetünkben azt hivatott mérni, hogy a régió szervezetei hány másik régió szervezeteivel bírnak közös kapcsolattal. A súlyozatlan hálózat esetében a mutató a gyakorlatban a partnerrégiók számát adja meg, míg a súlyozott hálózat esetében a más régiókkal létesített projektek számára vonatkozik ez a mutató. A foksám központiság esetében az aggregálás elhanyagolható mértékben bír torzító hatással. Egyedüli hatása az intraregionális együttműködések elvesztése. A régión belüli kapcsolatoktól eltekintve viszont egy régió foksáma a szervezetei foksámának összegével egyenlő. Az intraregionális kapcsolatok kiszűrése a Keretprogram esetében elenyésző mértékű problémát jelent, hiszen a projektek eleve interregionális együttműködéseként jöttek létre, a hangsúly is e kapcsolatokon van, továbbá más típusú tudáshálózatok esetében igazolták a régión belüli kapcsolatok alacsony hatását (Bianchi, Galaso, Palomeque 2023).

A közöttiségi és a közelségi központiság esetében azonban a mutatók nem pusztán a szervezeteket és azok szomszédságát, hanem a teljes hálózatot figyelembe veszik minden csúcs esetében. E két központisági mutató a legrövidebb utak gráfelméleti problémájára épül. A két mutató minden csúcspár közötti legrövidebb utat veszi alapul (Freeman 1978). Ezt követően a közelségi központiság esetében a vizsgált csúcs és az összes többi csúcs közötti legrövidebb távolságot vizsgáljuk meg, míg a közöttiségi központiság esetében azt elemezzük, hogy egy adott csúcson hány másik csúcspár közötti legrövidebb út megy keresztül. Ezen esetekben az aggregálás már felvet problémákat. Például regionális szinten való elemzés során azt tapasztalhatjuk, hogy két régió között a legrövidebb út egy harmadikon megy keresztül. Jellemzően azonban szervezeti szinten a közvetítő és a két összekötött szervezet között nem ugyanaz a szervezet helyezkedik el, sőt előfordulhat, hogy az FP-hálózat keretében az egy közvetítő régió két szervezete össze sincsen kötve egymással. Enyhíti a problémát azonban, hogy a Keretprogram szervezetei körében jellemzően nagyon erős hubok is megfigyelhetők, akik vélhetően rengeteg régión belüli szervezettel kapcsolatban állnak (egyetemek, nagyvállalatok). Ennek következtében a régión belüli közvetítő hatás a valóságban fellelhető, holott a mesterséges és kifejezetten inerreregionális kapcsolatokra fókuszáló FP-k esetében ezen intraregionális kapcsolatok a valóságban tapasztalathoz képest relatíve ritkák.

Térbeli feltáró elemzés

Az előző fejezetekben már bemutatásra került az a kutatási irányvonal, mely szerint a földrajzi tér jelentősen képes befolyásolni a hálózatokban termelődő tudást. Kutatásunkban így első lépésként azt kellett feltérképeznünk, hogy térbeli függőség állhat-e fenn az általuk felvázolt modellben. Ennek felmérésére a

Moran-féle I statisztikát alkalmaztuk, mely a szakirodalom szerint az eredmény-változóban található térbeli autokorreláció tesztelésére a gyakorlatban leggyakrabban alkalmazott mérőszám (Bilicz 2022).

A Moran-féle I mutató kiszámításával eldönthető, hogy az adatok véletlenszerű, szomszédságtól független térbeli eloszlását látjuk-e (azaz a mutató értéke megegyezik-e a saját várható értékével), vagy pozitív, esetleg negatív térbeli autokorreláció fedezhető-e fel (Cliff, Ord 1981). Jelen kutatás esetében a Moran-féle I statisztikát három különböző súlyozási módszertannal számítottuk ki, ezek értékeit a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat: A különböző súlymátrixokkal számított Moran-féle I értékek a PAT_2016 változó esetén
Moran's I statistics for the PAT_2016 variable

Térbeli súlymátrix típusa	Moran-féle I értéke	Pszedo p-érték
Királynő	0,190	<0,001
Négy legközelebbi szomszéd	0,183	<0,001

Forrás: saját szerkesztés

A súlymátrixokból is látható, hogy a térökonometriai modellünkben az innovativitás régiók közötti térbeli terjedésére háromféle áramlási módot feltételeztünk. Egyfelől királynő súlymátrix segítségével modelleztük a földrajzi szomszédsági tudásáramlást. E súlymátrix kizárólag a szomszédok tudásszintjét vonja be a modellbe, azonban ezeket minden más változótól függetlenül, azonos súllyal. Második áramlási modellünk esetén a négy legközelebbi szomszédot vetjük alapul. Ennek előnye, hogy több vagy kevesebb szomszéd esetében is azonos számú, közel fekvő régió értékeit vonja be az elemzésbe. A harmadik alkalmazott súlyozási típus egy távolságot alapul vevő módszer, mely a 300 km-nél közelebbi régiókat vonja be az elemzésbe (Kroll 2009).

A 2. táblázatból látható, hogy ugyan mindhárom esetben pozitív térbeli autokorreláció meglétét feltételezhetjük, későbbi modellünkben számunkra a legmegfelelőbb a királynő súlymátrix alkalmazása lesz, hiszen a Moran-féle I statisztikák alapján az ragadja meg a legpontosabban a térbeli függőség struktúráját (lásd Váry 2017; Bilicz 2022).

Összességében elmondható, hogy a három súlymátrix hasonló összképet fest le a szabadalmazás helyi térbeli jellemzőiről. Úgy tűnik tehát, hogy érdemes a térfigyelembevételével is modellezni a későbbiekben, hiszen ezáltal többletinformációhoz juthatunk az európai tudástermelési helyzet vizsgálatakor.

OLS modellezés

Elemzésünk első fázisában az általános összefüggések feltárására egyelőre még a térbeliség figyelmen kívül hagyásával vállalkoztunk. Először a legkisebb négyze-

tek módszerével (OLS = Ordinary least squares method) többváltozós lineáris regressziós modellt alkottunk (lásd 4. egyenlet). Kiinduló modelljeinkbe a hat vázolt hálózati minőségi mutatót és a három, szakirodalom által is használt kontrollváltozót vontuk be. Az elemzéshez továbbá standardizáltuk³ a változóinkat, hogy a koefficiens értékek összevethetők legyenek. A regressziós modellek standardizált béta paramétereit, valamint az egyes értékekhez tartozó standard hibákat és szignifikanciaszinteket a 3. táblázat tartalmazza.

$$Y_{PAT} = \beta_0 + \beta_{Network} * X_{Network} + \beta_{EDU} * X_{EDU} + \beta_{GDP} * X_{GDP} + \beta_{RD} * X_{RD} + e \quad (4)$$

A táblázatból is leolvasható, hogy a modellek között vannak eltérések, így jelen elemzés keretein belül nem mindegy, hogy melyik változókkal mérjük a hálózatban elfoglalt pozíciót. A magyarázó változókhoz tartozó koefficiensek minden esetben pozitívak voltak, a parciális t-tesztek p-értékei pedig 0,01-es küszöbérték alatt maradtak. Ennek értelmében tehát már ezen adatokból látható, hogy valóban szignifikáns kapcsolat van a hálózati pozíció és a tudástermelés között.

Szintén látható a táblázat alapján, hogy a regressziós becslések közül a projektek számával súlyozott fokszaám központiság modellje (2. modell) bírt a legnagyobb magyarázó erővel a korrigált R^2 alapján, és ez a modell hozta magával a legkevesebb információ-vesztést a két vizsgált információs kritérium alapján. Továbbá a hálózati pozíciót leíró mutató standardizált béta koefficiense is e modell esetében a legnagyobb. Ezen kívül még a projektek számával súlyozott közöttiségi központisággal számított (6.) modell korrigált R^2 értéke volt magasabb, e modell R^2 értéke alapján szintén 60% feletti magyarázóerővel, valamint valamivel jobb információs kritérium értékekkel rendelkezett a többinél. A 0,4-es többszörös determinációs együttható értéket még a közöttiségi központiság súlyozás nélküli (5.) modellje haladta meg, a másik három modellváltozat nagyjából azonosan teljesített, a legkisebb magyarázó erővel a hat modell közül.

A kontrollváltozókat vizsgálva szembetűnő, hogy a humántőke (EDU 25-64) együtthatója a szakirodalmi eredmények alapján anomáliának tekinthetően negatív előjelű volt. A helyzetet valamelyest árnyalja, hogy a változóhoz tartozó parciális t-próbák értékei alapján a humántőke béta paramétere a hat esetből csak kettőben (2. és 5. modell) volt statisztikailag szignifikáns. A modell multikollinearitási kondíciós értéke mind a hat modell esetében a [9,755-17,980] intervallumon belül mozgott, ami kisebb a szakirodalomban általánosan alkalmazott $K \leq 30$ értékhatárnál (Muniz, Kibria 2009). Megvizsgáltuk továbbá az egyes modellekben külön-külön a variancia infláló faktorokat (VIF) is, melyek értéke semelyik modell esetében sem nagyobb, mint 2, azaz minden esetben gyenge, nem zavaró multikollinearitásról beszélhetünk. Így összességében arra jutottunk, hogy a humántőke változóját a modellünkben tartjuk, azonban az eredményeinkből az e változóra is vonatkoztatható esetleges következtetéseket fenntartásokkal kezeljük.

3. táblázat: Az alkalmazott OLS modellek
The OLS models

Modellek	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Konstans	-0,947*** (-5,151)	-0,005 (-0,038)	-1,904*** (-6,758)	-1,048*** (-5,300)	-0,309* (-1,802)	-0,271* (-1,950)
s_Degree	0,277*** (4,393)					
s_DegreeW		0,694 *** (16,048)				
s_Closeness			0,309 *** (5,049)			
s_Closeness_W				0,211 *** (3,315)		
s_BW					0,494*** (9,198)	
s_BW_W						0,615*** (15,607)
s_EDU 25-64	-0,038 (-0,611)	-0,118 *** (-2,625)	-0,042 (-0,688)	-0,018 (-0,283)	-0,110* (-1,957)	-0,067 (-1,491)
s_GDP pc	0,317*** (4,759)	0,134 *** (2,696)	0,319*** (4,886)	0,347*** (5,195)	0,262*** (4,395)	0,236*** (4,846)
s_RD exp	0,152** (2,513)	0,205*** (4,768)	0,137** (2,275)	0,152** (2,431)	0,162*** (3,053)	0,267*** (6,093)
Korrigált R ²	0,345	0,649	0,360	0,325	0,471	0,639
R ²	0,356	0,654	0,370	0,336	0,479	0,644
Akaike IK	638,022	475,107	632,213	646,017	582,434	482,317
Schwartz IK	655,863	492,949	650,054	663,858	600,267	500,158
Jacques Bera	16962,462 ***	688,944 ***	16238,380 ***	15901,854 ***	4927,591 ***	808,972 ***
Koenker-Bassett	22,911 ***	98,929 ***	24,271 ***	23,571 ***	127,344 ***	56,894 ***

Forrás: saját szerkesztés

Függő változó: PAT_2016.

A béta paraméterek alatt zárójelben a parciális t-próbák értékei.

n = 262

Szignifikancia szintek: * 0,1; ** 0,05; *** 0,01

Térbeli modell

Mivel a kutatás tárgyát képző hat változó az előző fejezetben felvázolt OLS modellek alapján mind szignifikáns kapcsolatban van a tudástermeléssel, így mind a hat esetben érdemes tovább vizsgálni, és a térbeliség esetleges befolyásoló szerepét kutatni. A 4. táblázat tartalmazza az egyes modellekhez tartozó Lagrange Multiplier (LM) tesztek értékeit, melyek arra szolgálnak, hogy a megfelelő térbeli modellezési eszközt kiválaszthassuk.

4. táblázat: Az 1-6 modellek tesztelése térbeliségre LM-tesztek segítségével, királynő súlyozással
LM statistics for models 1-6 using the queen weight matrix

	Késleltetés	Robusztus késleltetés	Hiba	Robusztus hiba
1. modell	3,168*	0,439	2,874*	0,146
2. modell	20,917***	8,305***	12,924***	0,313
3. modell	3,141*	0,176	3,423*	0,458
4. modell	2,538	0,272	2,404	0,138
5. modell	9,211***	3,372*	5,839**	0,001
6. modell	17,399***	7,080***	10,400***	0,082

Forrás: saját szerkesztés

Szignifikancia szintek: * 0,1; ** 0,05; *** 0,01

A 4. táblázatból látható, hogy mind a térbeli késleltetés, mind a térbeli hiba-autokorreláció tesztje hatból öt esetben adott szignifikáns LM tesztstatisztika értéket. A robusztus tesztek értékeit is figyelembe véve azonban azt láthatjuk, hogy mindössze három, $\alpha=0,05$ mellett pedig már csak a súlyozott mutatóink közül kető, a projektek számával súlyozott foksám (2. modell) valamint közörtliségi (6. modell) központiség esetében feltételezhetünk valós térbeli függőséget. E tesztek alapján térbeli késleltetés feltételezhető, térbeli hiba-autokorreláció léte-re egyik modell sem utal.

A térbeli elemzésünk lefolytatására a térbeli kétlépcsős legkisebb négyzetek módszerét (Spatial Two-Stage Least Squares – S2SLS) alkalmaztuk a 2. táblázat eredményei alapján, ahol az eredményváltozó térben késleltetett értékét is bevontuk a regressziós egyenletbe. Emellett White standard hibákkal kalkuláltunk azon két modell esetében, ahol mind az LM, mind a robusztus LM tesztek szignifikánsak voltak $\alpha=0,05$ mellett. A térben késleltetett modell egyenletét az 5. egyenlet írja le, míg eredményeinket az 5. táblázat tartalmazza.

$$Y_{PAT} = \beta_0 + \beta_{NW} * X_{NW} + \beta_{EDU} * X_{EDU} + \beta_{GDP} * X_{GDP} + \beta_{RD} * X_{RD} + W_{PAT} + e \quad (5)$$

Projektek számával súlyozott foksám központiség térben késleltetett modellje

Az 5. táblázat⁴ adatai alapján látható, hogy a súlyozott foksám központiség modelljében (2. modell) az eredményváltozó, azaz a szabadalomszám térben késleltetett együtthatója pozitív és szignifikáns. Varga (2002) alapján „a térben

5. táblázat: A projektek számával súlyozott fokszám valamint közöttiségi központiség térben késleltetett modelljei
Spatial lag versions of weighted degree and weighted betweenness centrality models

	2. modell a térbeliség figyelembevételével	6. modell a térbeliség figyelembevételével
Konstans	-0,041 (-0,306)	-0,313** (-2,352)
s_Degree_W	0,715*** (17,384)	
s_BW_W		0,628*** (16,579)
s_EDU_25_64	-0,091* (-2,100)	-0,040 (-0,920)
s_GDP_pc	0,069 (1,354)	0,181*** (3,578)
s_RD_exp	0,165** (3,881)	0,231*** (5,308)
W_s_PAT_2016	0,250*** (3,204)	0,228*** (2,813)
Pszeudo R ² :	0,685	0,670
Anselin- Kelejian teszt	0,294	0,059

Forrás: saját szerkesztés

Függő változó: s_PAT_2016.

A béta paraméterek alatt zárójelben a parciális z-próbák értékei.

*Szignifikancia szintek: * 0,1; ** 0,05; *** 0,01*

késleltetett független változó becsült paraméterének értéke és annak szignifikanciája explicit módon tudósít arról, hogy a független változó adott értékei kialakulásában a változónak a tér más pontjain mért értékei milyen szerepet játszanak” (Varga 2002, 364.).

Tehát ha egy adott NUTS2 területi egység esetében az egyik exogén változó értékében bekövetkező változások hatására megnő a szabadalmak száma, akkor az a szomszédos területek szabadalomszámát is megnöveli. Ebből következik továbbá, hogy ez a szomszédos szabadalomszámombeli növekedés visszahat a vizsgált terület szabadalmi számára is. Elmondható tehát, hogy ha például a K+F kiadások adott NUTS2-es régióban megemelkednek, akkor nem csak az adott régiós következő évi – hiszen továbbra is időben eltoltt eredményváltozókról beszélünk – szabadalomszám növekszik, hanem a szomszédos régiók szabadalomszámának növekedése is várható.

A súlyozott fokszám központiséggel számított szubsztantív térbeli függőségmodell illeszkedése tekintetében azt láthatjuk, hogy míg a térbeliséget figyelmen

kívül hagyó OLS modellezés esetében e modellhez $R^2 = 0,654$ értékű többszörös determinációs együttható tartozott, addig a térben késleltetett modellünk esetében a pszeudo $R^2 = 0,685$. Ugyan e két mutató nem azonos számítási módszerrel épül, így értékeik nem egy az egyben összevethetők, azonban a nagyságrendeken érzékelhető, hogy a térnek valóban jelentős befolyásolóereje van a tudástermelés alakulására a hálózatok esetében. Az 5. táblázatból kiolvasható továbbá, hogy a térbeli diagnosztika során végzett Anselin-Kelejian próba alapján nincs további feltáratlan térbeli függőség a modellben.

Projektek számával súlyozott közöttiségi központiség térben késleltetett modellje

Az 5. táblázat adatai alapján látható, hogy a súlyozott közöttiségi központiség modelljében (6. modell) – a súlyozott fokszám központiség térbeli modelljéhez hasonlóan – az eredményváltozó, azaz a szabadalmak számának térben késleltetett együtthatója statisztikailag szignifikánsan különbözik nullától és pozitív előjelű, azonban valamelyest kisebb, mint az említett térben késleltetett 2. modell esetében. Az eredmények alapján tehát valóban megfigyelhető térbeli autokorreláció a szabadalmak száma között. Továbbá itt is elmondható, hogy a térbeli függőség kétirányú reláció, azaz a szabadalomszám bármely régióban mért értéke nemcsak, hogy hat a többi régióban mért szabadalomszámra, hanem egyben maga is determinált a többi régióban mért értékek által (Varga 2002).

Elmondható továbbá, hogy a térben késleltetett modellben a régió projektek számával súlyozott közöttiségi központisége által meghatározott hálózati pozíció változója továbbra is szignifikáns ($p < 0,001$). A modell illeszkedését tekintve megállapítható, hogy illeszkedési mutatója az eredeti OLS becslésének R^2 értékét meghaladja, azonban a 2. modell térbeli változatánál kisebb pszeudo R^2 -tel rendelkezik. Így tehát elmondható, hogy a hálózati pozíció tudástermelésre gyakorolt hatását, valamint az abban megjelenő térbeliséget mindkét modell megragadja, azonban a 2. modell valamivel jobban. A térbeli diagnosztika során végzett Anselin-Kelejian teszt értéke alapján továbbá e modell esetében is elmondható, hogy további feltáratlan térbeli függőség nincs a modellünkben.

Konklúzió

A szakirodalomban több eredmény is megerősítette, hogy a hálózati pozíció pozitív hatással van a régiók szabadalmaztatási teljesítményére, azonban attól függően, hogy milyen hálózati mutatókat vizsgálnak a kutatók, az eredmények között rendszerint nagyobb különbségek figyelhetők meg (Bilicz 2021; Gyurkovics, Vas 2021).

Eredményeink alapján a Keretprogram (Framework Programme, FP) által alkotott tudáshálózaton a magasabb központiségi mutató értékekkel mért jobb há-

lózati pozíciók a régiók szabadalmi aktivitásával pozitív irányú kapcsolatban vannak. Ez a megállapítás igaz mindhárom vizsgált központi mutató esetében, legyen szó akár súlyozatlan, akár a közösen végrehajtott projektek számával súlyozott központi mutatóról, mely által első hipotézisünket teljes mértékben el tudtuk fogadni. Ezen eredményeink ellentmondanak más típusú tudáshálózatok esetében kis mértékben kutatott összehasonlításoknak (Abbasi, Altmann, Hossain 2011). Elemzéseink megerősítik és szintetizálják ugyanakkor azon kutatások eredményeit, melyek a régiók kollaborációs hálózatokban elfoglalt pozíciójának tudástermelésben betöltött pozitív szerepét vizsgálják. Pozitív kapcsolatot mértek kollaboratív kutatási hálózatok esetében a foksám- (Maggioni, Uberti 2009; Hoekman et al. 2013; Wanzenböck, Scherngell, Brenner 2014; Coffano, Foray, Pezzoni 2017), a közöttiségi- (Maggioni, Uberti, Nosvelli 2014; Yao, Li, Li 2020; Huggins, Prokop 2017; Broekel et al. 2017), és a közelségi központi mutató (Yao, Li, Li 2020), valamint más hálózat minőségét mérő elemzések (Chessa et al. 2013; Crescenzi, Nathan, Rodríguez-Pose 2016; Scherngell, Lata, 2013; Wanzenböck, Scherngell, Brenner 2014) esetében is. Szintén hozzájárul a tanulmányunk azon irodalmak köréhez, melyek a kollaborációs hálózatok és a tér között fennálló kapcsolatot erősítik meg (lásd például Crescenzi, Nathan, Rodríguez-Pose 2016; Scherngell, Barber 2009; Maggioni, Uberti 2009; Hoekman, Frenken, van Oort 2009; Hoekman, Frenken, Tijssen 2010). A tanulmány ezen eredmények együttes tesztelésével, megerősítésével, valamint a kapcsolati erősségek különbözőségének értelmezésével járul hozzá a korábbi szakirodalmi eredményekhez.

A modelljeink magyarázó ereje már nem ennyire egységes: eredményeink alapján kijelenthető, hogy a regionális tudástermelés esetében különböző központi mutatók esetében különböző erősségű kapcsolat áll fenn. Ez egybeesik a más tudáshálózatok esetében tapasztalt korábbi eredménnyel (Liu et al. 2005). A többenél lényegesen jobb magyarázóerővel bíró modellek születtek a közöttiségi központi mutatók, valamint a súlyozott foksám központi mutató esetében. Tanulmányunk kontribúciója, hogy a foksám és a közöttiségi központi mutató esetében ezt a kapcsolatot európai szinten az FP-hálózatok vizsgált mintáján is igazolni tudtuk. E kontribúció gyakorlati interpretációja, hogy a hálózati szint egy ilyen jellegű elemzésben nem mindent eldöntő faktor. Eredményeink szerint ugyanis a kizárólag az adott csúcsok közvetlen szomszédjait számba vevő foksám központi mutató hasonló magyarázóerővel bír, mint a hálózat minden csúcsát és életfolyamatait vevő közöttiségi központi mutató, e két mutató pedig a szintén teljes hálózati struktúrát figyelembe vevő közelségi központi mutatónál jobban teljesített.

Eredményeink alapján azt láthatjuk, hogy a súlyozatlan hálózatok gyengébb magyarázó ereje a regionális tudástermelésnek, mint súlyozott hálózatbeli párjaik. Ez kifejezetten a foksám központi mutató esetében igaz, a különbség a közelségi és a közöttiségi központi mutató esetében kisebb. Ennek következtében kijelenthető, hogy a kapcsolatok intenzitása nem elhanyagolható, komoly mértékben befolyásolja a hálózat magyarázó erejét. Így második hipotézisünket megcáfoltuk. A tanul-

mányban ugyanakkor egy fajta súlyozási módszert, a régiók közötti kapcsolatok számának összegét alkalmazzuk. Ez a súlyozás a szakirodalomban nem egyedi, ugyanakkor az eljárás mégis önkényesnek tekinthető, mivel az irodalomban találni például más súlyozási megoldásra, vagy akár a szervezeti háló más módon történő aggregálására is (e megoldásokra példa Huggins, Prokop 2017; Wanzenböck, Piribauer 2018). Ezen érvek alapján további kutatási terület lehet a különböző súlyozási módszerek kapcsolatokra, a hálózat által hordozott információs értékre való hatásának vizsgálata, valamint azok implikációi a döntéshozók számára.

A térbeli tudás-túlcsoportulást vizsgálva elmondható, hogy a régiók jobb hálózati pozíciója a térbeli késleltetés révén továbbgyűrűző hatást válthat ki, és ezzel javíthatja a szomszédos régiók tudástermelését is. Ez azonban empirikus eredményeink alapján már nem minden tudáshálózati mutató esetében figyelhető meg: a térbeliség erősebb vagy gyengébb hatással bírhat annak függvényében, hogy milyen típusú hálózatot, illetve hálózati mutatót vizsgálunk. A pozitív térbeli túlcsoportulások inkább a projektek számával súlyozott hálózat esetében figyelhetőek meg, ezen felül pedig térbeli modelljeinkben a közelségi központiség alapján meghatározott hálózati pozíció pozitív hatásainak térbeli terjedésére nem találunk bizonyítékot. Ennek oka az lehet, hogy a súlyozatlan hálózat, valamint a közelségi központiség esetében alapvetően kisebb magyarázóerőt fedezhetünk fel a hálózati pozíció és a szabadalmazási teljesítmény között, e hatás pedig már nem eléggé erős ahhoz, hogy a szomszédos régiókba is átgyűrűzzön.

A súlyozott hálózatok esetében eredményeink alapján a magasabb fokszám, illetve a közöztiségi központiség értéke nemcsak az adott régió szabadalomszámát növeli meg, hanem e régió szomszédjai is hasznot képesek húzni a régió hálózatban elfoglalt jobb helyzetéből, illetve az ezáltal nyert jobb tudástermelésükből. Ezzel a harmadik hipotézisünk is igazolást nyert.

A kutatás egyik korlátja annak területi egysége. Korábbi tanulmányok érvelése alapján a NUTS3-as vagy esetlegesen városrégiós területi egységek a NUTS2-es egységekkel szemben sokkal jobban magyarázzák a valós gazdasági folyamatokat, így például a regionális tudástermelést is (Glaeser et al. 1992; Cooke, Uranga, Extebarria 1998). Ennek oka, hogy míg sok esetben a NUTS3 egy természetes folyamat részeként létrejött területi szint, addig a NUTS2-es területek gyakran csupán adminisztratív területi egységekként jelentek meg, különösebb gazdasági funkció nélkül (Maggioni, Nosvelli, Uberti 2007). A tanulmányunk az adatok elérhetősége miatt a NUTS2-es regionális szintet használja elemzési egységnek. Azonban jól látható, hogy létező és erős modellek alkothatók e területi egységek szintjén is, holott a NUTS2-es szint pusztán egy adminisztrációs egység szerepét tölti be. Érdemes lehet a jövőben megvizsgálni, hogy a regionális tudástermelésre a területi szint milyen befolyással van, és hogy vajon mennyiben tekinthetők mégis természetes, vagy legalábbis a gazdasági folyamatokat kellő mértékben megragadni képes területi egységeknek ezen adminisztratív szint régiói.

További korlát, hogy a vizsgálat alapja az FP-hálózat, amely bár széles körben alkalmazott tudáshálózat, közel sem az egyetlen, amelyen az európai régiók tudásáramlása vizsgálható. Az FP-hálózatokkal szemben erős kritika, hogy kifejezetten mesterséges hálózatok, a szereplők e hálózati összeköttetés nélkül sok esetben nem tudnának kapcsolatot létesíteni egymással (Varga, Pontikakis, Chorafakis 2014). Ennek egyik következménye a megismételt kapcsolatok alacsony száma (Balland, Boschma, Ravet 2019; Fritsch, Zoellner 2020), melynek következtében a szervezetek közötti kapcsolatrendszer nagyon dinamikus. E dinamikát a felhasznált keresztmetszeti adataink nem képesek megragadni, mely egy további korlátja a tanulmánynak. További kutatási irány lehetne e korlátok kiküszöbölésére a kutatás (1) panel adatokon való ismétlése, esetleg (2) a hálózat sajátosságainak kiszűrésére többféle tudáshálózzal együttes vizsgálata. Ez utóbbi olyan elemzési mód, mely a csökkenti a hálózat önkényes kiválasztásából adódó torzítást, és ezáltal bizonyítottan többletinformációval bír egy hálózat elemzésével összevetve (Fritsch, Titze, Piontek 2020).

Jegyzetek

- 1 E mutatók részletesebb bemutatását lásd: Módszertan – Magyarázó változók alfejezet.
- 2 Mivel a tanulmányban alkalmazott térökonometriai módszerek egyes súlymátrixai a szokásosnál kiugróan magasabb távolságok esetén nem megfelelően alkalmazhatóak, valamint e régiók esetében a földrajzi alapú tudásáramlásnak a hipotetikus modellbe építése sem racionális, így a tengeren túli területek (például dél-amerikai francia régiók) kivonásra kerültek az elemzésből. Ezek a területek jellemzően kevésbé innovatívak, valamint a kontrollváltozók esetében hiányzó adatok problémája is felmerült e régióknál. Ez a megoldás az irodalomban mások által is alkalmazott (lásd például Varga et al. 2014, illetve Wanzenböck-Piribauer 2018).
- 3 A változó értékeket a szórással osztottuk.
- 4 Az elemzéseink során az országok különböző innovációs teljesítményeinek hatását kiszűrő robusztusság-vizsgálatot is végrehajtottunk. Ennek során ország fix-hatásokat vontunk be a modelljeinkbe. Eredményeink minden fő kérdésben megerősítést kaptak, melynek alapján kijelenthető, hogy OLS-modell esetében szignifikáns hálózati mutatóink továbbra is szignifikánsak, az LM-tesztek országhatások mellett is térbeli késleltetésre utalnak. A térbeli késleltetés és a hálózati mutató e kontroll mellett is szignifikáns kapcsolatban van a regionális szabadalmaztatással.

Irodalom

- Abbasi, A., Altmann, J., Hossain, L. (2011): Identifying the effects of co-authorship networks on the performance of scholars: A correlation and regression analysis of performance measures and social network analysis measures. *Journal of Informetrics*, 4., 594–607. <https://doi.org/btk4xp>
- Acs, J. Z., Anselin, L., Varga, A. (2002): Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. *Research Policy*, 7., 1069–1085. <https://doi.org/dt627p>

- Ahuja, G., Polidoro, F., Mitchell, W. (2009): Structural homophily or social asymmetry? The formation of alliances by poorly embedded firms. *Strategic Management Journal*, 9., 941–958. <https://doi.org/cw6qz9>
- Balland, P. A., Boschma, R., Ravet, J. (2019): Network dynamics in collaborative research in the EU, 2003–2017. *European Planning Studies*, 9., 1811–1837. <https://doi.org/gk4bgm>
- Bianchi, C., Galaso, P., Palomeque, S. (2023): The trade-offs of brokerage in inter-city innovation networks. *Regional Studies*, 2., 225–238. <https://doi.org/k3j3>
- Bilicz D. (2021): A hálózatok és a kapcsolatok szerepe az innovációban és a tudás áramlásában: Szisztematikus szakirodalmi áttekintés. *Közgazdasági Szemle*, 6., 674–698. <https://doi.org/gkdd7c>
- Bilicz H. L. (2022): A jövedelmi depriváció és a depresszió összefüggéseinek térökonometriai vizsgálata Skóciában, térbeli hiba-autokorrelációs és kombinált modellel. *Területi Statisztika*, 1., 59–80. <https://doi.org/k3j4>
- Borgatti, S. P., Everett, M. G. (2000): Models of core/periphery structures. *Social Networks*, 4., 375–395. <https://doi.org/cgdzms>
- Boschma, R. (2005): Proximity and Innovation: A Critical Assessment. *Regional Studies*, 1., 61–74. <https://doi.org/dbmh2k>
- Broekel, T., Brachert, M., Duschl, M., Brenner, T. (2017): Joint R&D subsidies, related variety, and regional innovation. *International Regional Science Review*, 3., 297–326. <https://doi.org/f92qp9>
- Chessa, A., Morescalchi, A., Pammolli, F., Penner, O., Petersen, A. M., Riccaboni, M. (2013): Is Europe evolving toward an integrated research area? *Science*, 6120., 650–651. <https://doi.org/gkp5b2>
- Cliff, A. D., Ord, J. K. (1981): Spatial and temporal analysis: autocorrelation in space and time. In: Wrigley, N., Bennett, R. J. (eds.): *Quantitative geography: a British view*. Routledge & Paul, London, 104–110.
- Coffano, M., Foray, D., Pezzoni, M. (2017): Does inventor centrality foster regional innovation? The case of the Swiss medical devices sector. *Regional Studies*, 8., 1206–1218. <https://doi.org/gmsfkj>
- Cooke, P., Uranga, M. G., Extbarria, G. (1998): Regional innovation systems: An evolutionary perspective. *Environment and Planning*, 9., 1563–1584. <https://doi.org/bmjrgm>
- Cowan, R., Jonard, N., Zimmermann, J.-B. (2006): Evolving networks of inventors. *Journal of Evolutionary Economics*, 1–2., 155–174. <https://doi.org/cv92q5>
- Crescenzi, R., Nathan, M., Rodríguez-Pose, A. (2016): Do inventors talk to strangers? On proximity and collaborative knowledge creation. *Research Policy*, 1., 177–194. <https://doi.org/gfwfg4>
- Cypher, J. M., Dietz, J. L. (1997): Measuring economic growth and development. In: Cypher, J.M., Dietz, J.L.: *The Process of Economic Development*. Routledge, London, 28–62. <https://doi.org/d9q46n>
- De Jong, J. P. J., Freel, M. (2010): Absorptive capacity and the reach of collaboration in high technology small firms. *Research Policy*, 1., 47–54. <https://doi.org/fgbpmh> <https://ec.europa.eu/eurostat/web/nuts/background> (Letöltés: 2022. 06. 20.)
- Erdil, E., Akçomak, İ. S., Çetinkaya, U. Y. (2022): Is there knowledge convergence among European regions? Evidence from the European Union Framework Programmes. *Journal of the Knowledge Economy*, 2., 1243–1267. <https://doi.org/k3j5>
- Fornahl, D., Broekel, T., Boschma, R. (2011): What drives patent performance of German biotech firms? The impact of R&D subsidies, knowledge networks and their location. *Papers in Regional Science*, 2., 395–418. <https://doi.org/dg3ps6>
- Freeman, L. C. (1978): Centrality in social networks: conceptual clarification. *Social Networks*, 3., 215–239. <https://doi.org/bx3m36>
- Fritsch, M., Titze, M., Piontek, M. (2020): Identifying cooperation for innovation—a comparison of data sources. *Industry and Innovation*, 6., 630–659. <https://doi.org/k3j6>
- Fritsch, M., Zoellner, M. (2020): The fluidity of inventor networks. *The Journal of Technology Transfer*, 4., 1063–1087. <https://doi.org/k3j7>
- Glaeser, E. L., Kallal, H. D., Scheinkman, J. A., Shleifer, A. (1992): Growth in cities. *Journal of Political Economy*, 6., 1126–1152. <https://doi.org/b5b9mc>

- Graf, H., Henning, T. (2009): Public research in regional networks of innovators: A comparative study of four East German regions. *Regional Studies*, 10., 1349–1368. <https://doi.org/bkgt2k>
- Griliches, Z. (1998): Patent statistics as economic indicators: A survey. In Griliches, Z.: *R&D and productivity: The econometric evidence*. University of Chicago Press, Chicago, 287–343.
- Gyurkovics J., Vas Z. B. (2021): Összefüggések a hálózatok jellemzői és a vállalkozások innovációs teljesítménye között. Szakirodalmi áttekintés. *Közgazdasági Szemle*, 11., 1171–1190. <https://doi.org/k3j8>
- Hoekman, J., Frenken, K., van Oort, F. G. (2009): The geography of collaborative knowledge production in Europe. *The Annals of Regional Science*, 3., 721–738. <https://doi.org/d4dfjf>
- Hoekman, J., Frenken, K., Tijssen, R. J. (2010): Research collaboration at a distance: Changing spatial patterns of scientific collaboration within Europe. *Research Policy*, 5., 662–673. <https://doi.org/b5tk8c>
- Hoekman, J., Scherngell, T., Frenken, K., Tijssen, R. (2013): Acquisition of European research funds and its effect on international scientific collaboration. *Journal of Economic Geography*, 1., 23–52. <https://doi.org/f4hwpq>
- Huggins, R., Prokop, D. (2017): Network structure and regional innovation: A study of university–industry ties. *Urban Studies*, 4., 931–952. <https://doi.org/f9w55h>
- Katila, R. (2000): Using patent data to measure innovation performance. *International Journal of Business Performance Measurement*, 1/2/3., 180–193. <https://doi.org/dz7mpt>
- Kroll, H. (2009): *Spillovers and proximity in perspective: A network approach to improving the operationalisation of proximity*. Working Papers "Firms and Region" R2/2009, Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research (ISI).
- Liu, X., Bollen, J., Nelson, M. L., van de Sompel, H. (2005): Co-authorship networks in the digital library research community. *Information Processing & Management*, 6., 1462–1480. <https://doi.org/ckcm3w>
- Maggioni, M. A., Nosvelli, M., Uberti, T. E. (2007): Space versus networks in the geography of innovation: A European analysis. *Papers in Regional Science*, 3., 471–493. <https://doi.org/fntnnr>
- Maggioni, M. A., Uberti, T. E. (2009): Knowledge networks across Europe: Which distance matters? *The Annals of Regional Science*, 43., 691–720. <https://doi.org/fn6psj>
- Maggioni, M. A., Uberti, T. E., Nosvelli, M. (2014): Does intentional mean hierarchical? Knowledge flows and innovative performance of European regions. *The Annals of Regional Science*, 53., 453–485. <https://doi.org/gfbz84>
- Maggioni, M. A., Uberti, T. E., Usai, S. (2011). Treating patents as relational data: Knowledge transfers and spillovers across Italian provinces. *Industry and Innovation*, 1., 39–67. <https://doi.org/dq8k98>
- McEvily, B., Zaheer, A. (1999): Bridging ties: A source of firm heterogeneity in competitive capabilities. *Strategic Management Journal*, 12., 1133–1156. <https://doi.org/cq5gvf>
- Mowery, D., Oxley, J. E., Silverman, B. S. (1996): Strategic alliances and interfirm knowledge transfer. *Strategic Management Journal*, S2., 77–91. <https://doi.org/gd8cns>
- Muniz, G., Kibria, B. M. G. (2009): On some ridge regression Estimators: An empirical comparisons. *Communications in Statistics - Simulation and Computation*, 3., 621–630. <https://doi.org/d8bx5g>
- Powell, W. W., Koput, K. W., Smith-Doerr, L. (1996): Interorganizational collaboration and the locus of innovation: Networks of learning in biotechnology. *Administrative Science Quarterly*, 1., 116–145. <https://doi.org/b6kwcb>
- Reagans, R., McEvily, B. (2003): Network structure and knowledge transfer: The effects of cohesion and range. *Administrative Science Quarterly*, 2., 240–267. <https://doi.org/dp5rm8>
- Reillon, V. (2016): *The European Research Area: Evolving concept, implementation challenges*. European Parliamentary Research Service <https://doi.org/k3kb>
- 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*, 3–4., 321–347. <https://doi.org/cmzx62>
- Sampson, R. C. (2007): R&D alliances and firm performance: The impact of technological diversity and alliance organization on innovation. *Academy of Management Journal*, 2., 364–386. <https://doi.org/dczbd3>

- Scherngell, T., Barber, M. J. (2009): Spatial interaction modelling of cross-region R&D collaborations: Empirical evidence from the 5th EU framework programme. *Papers in Regional Science*, 3., 531–546. <https://doi.org/drrcfn>
- Scherngell, T., Lata, R. (2013): Towards an integrated European Research Area? Findings from Eigenvector spatially filtered spatial interaction models using European Framework Programme data. *Papers in Regional Science*, 3., 555–577. <https://doi.org/k3kc>
- Schilling, M. A., Phelps, C. C. (2007): Interfirm collaboration networks: The impact of large-scale network structure on firm innovation. *Management Science*, 7., 1113–1126. <https://doi.org/c3b9bf>
- Sebestyén T., Varga A., (2012): Research productivity and the quality of interregional knowledge networks. *The Annals of Regional Science*, 1., 155–189. <https://doi.org/f43dqz>
- Sigler, T., Neal, Z., Martinus, K. (2023): Brokerage as an urban and regional process between systems and scales. *Regional Studies*, 2., 209–214. <https://doi.org/k3kd>
- Singj, J. (2005): Collaborative networks as determinants of knowledge diffusion patterns. *Management Science*, 5., 679–849. <https://doi.org/dzxvdg>
- Stuart, T. E. (2000): Interorganizational alliances and the performance of firms: A study of growth and innovation rates in a high-technology industry. *Strategic Management Journal*, 8., 791–811. <https://doi.org/c3jrxz>
- Tóth, G., Juhász, S., Elekes, Z., Lengyel, B. (2021): Repeated collaboration of inventors across European regions. *European Planning Studies*, 12., 2252–2272. <https://doi.org/gjz6d3>
- Ulku, H. (2004). *R&D, innovation, and economic growth: An empirical analysis*. International Monetary Found <https://doi.org/k3kf>
- Varga A. (2002): Térökonometria. *Statisztikai Szemle*, 4., 354–369.
- Varga, A., Horváth, M. (2015): Regional knowledge production function analysis. In: Karlsson, C., Andersson, M., Norman, T. (Eds.): *Handbook of research methods and applications in economic geography*. Edward Elgar, Cheltenham–Northampton, 513–543. <https://doi.org/k3kg>
- Varga A., 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*, 2., 229–263. <https://doi.org/f5tdvj>
- Varga, A., Sebestyén, T. (2017). Does EU Framework Program participation affect regional innovation? The differentiating role of economic development. *International Regional Science Review*, 4., 405–439. <https://doi.org/gbhg5t>
- Váry M. (2017): Számít-e a földrajzi elhelyezkedés? A nyugat-európai régiók fejlettségének térökonometriai vizsgálata. *Közgazdasági Szemle*, 3., 238–266. <https://doi.org/k3kh>
- Wanzenböck, I., Piribauer, P. (2018): R&D networks and regional knowledge production in Europe: Evidence from a space-time model. *Papers in Regional Science*, S1–S24 <https://doi.org/gc93t5>
- Wanzenböck, I., Scherngell, T., Brenner, T. (2014): Embeddedness of regions in European knowledge networks: A comparative analysis of inter-regional R&D collaborations, co-patents and co-publications. *The Annals of Regional Science*, 53., 337–368. <https://doi.org/k3kj>
- Yin, L., Kretschmer, H., Hanneman, R.A., Liu, Z. (2006): Connection and stratification in research collaboration: An analysis of the COLLNET network. *Information Processing and Management*, 6., 1599–1613. <https://doi.org/fhgcmn>
- Yao, L., Li, J., Li, J. (2020): Urban innovation and intercity patent collaboration: A network analysis of China's national innovation system. *Technological Forecasting & Social Change*, 160. <https://doi.org/gjnbfr>

Függelék

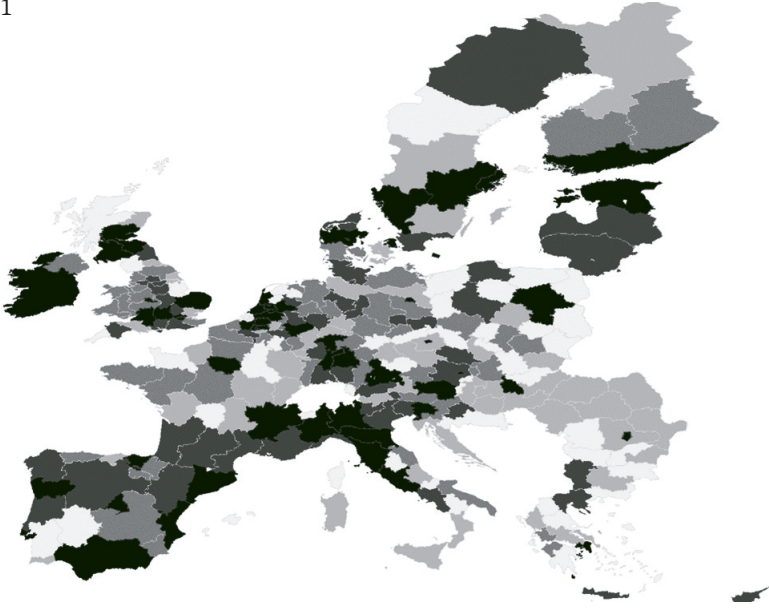
1. függelék: A tanulmányban alkalmazott változók korrelációs mátrixa (n=262)
Correlation matrix of variables (n=262)

	PAT_2016	Degree	Degree_W	Close-ness	Close-ness_W	BW	BW_W	RD exp	GDP pc	EDU 25_64
PAT_2016	1,0000									
Degree	0,4971	1,0000								
Degree_W	0,7705	0,5925	1,0000							
Close-ness	0,5135	0,9401	0,6225	1,0000						
Close-ness_W	0,4520	0,9443	0,5147	0,9147	1,0000					
BW	0,6253	0,7309	0,8630	0,7521	0,6485	1,0000				
BW_W	0,6975	0,2987	0,8671	0,3340	0,2457	0,6566	1,0000			
RD exp	0,4270	0,4629	0,2864	0,4664	0,4974	0,3525	0,1074	1,0000		
GDP pc	0,5201	0,5287	0,4981	0,4999	0,4999	0,4763	0,3013	0,5041	1,0000	
EDU 25-64	0,3239	0,4755	0,4178	0,4554	0,4512	0,4653	0,2610	0,3860	0,5351	1,0000

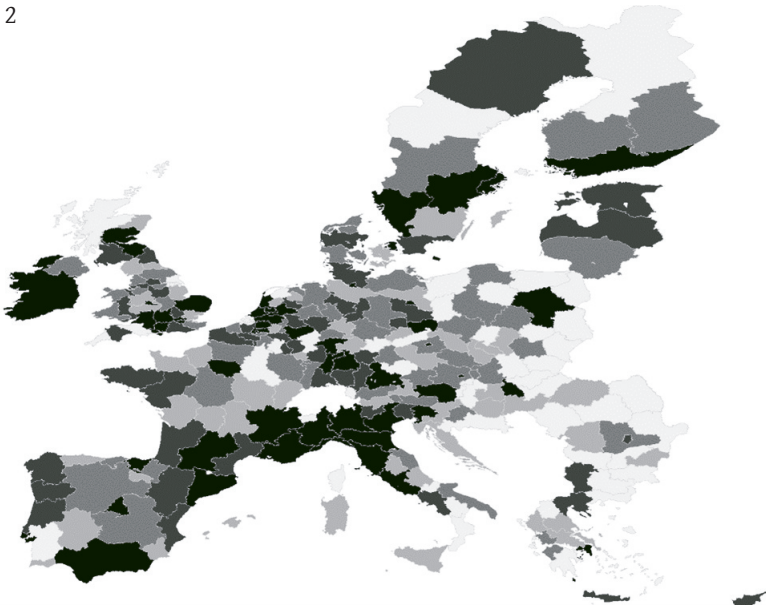
Forrás: saját szerkesztés

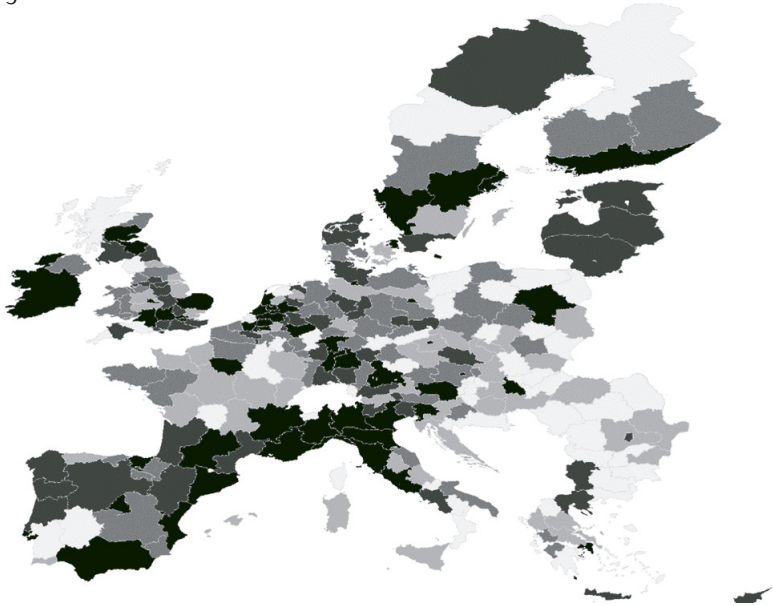
2. függelék: A súlyozott együttműködési hálózathól számolt központisági mutatók térbeli eloszlása
(1: közöttiségi központiság, 2: közelségi központiság, 3: fokszám központiság):
*Spatial distribution of centrality measures calculated from the weighted network data (1: betweenness
centrality, 2: closeness centrality, 3: degree centrality)*

1



2





Megjegyzés: Az árnyalatok a mutatók értékének nagyságát tükrözik, azaz a feketével jelölt régiók központi mutatói a legnagyobbak, ezek a leginkább beágyazott csomópontok.

Forrás: saját szerkesztés