

A tudáshálózati periféria közeledése a maghoz – a visegrádi régiók tudáshálózati beágyazottsága 2004 és 2014 között

BILICZ DÁVID*

Az európai uniós regionális tudáshálózatokra vonatkozó kutatások ritkán térnek ki a hálózat centrum-periféria szerinti felosztására. Ez a tanulmány a kutatás-fejlesztési együttműködési keretprogramok hálózatként való elemzése során különböző centrum-periféria mutatók alapján mérte meg, hogyan alakult a 2004 és 2014 közötti évtizedben a jellemzően periférián elhelyezkedő visegrádi országok hálózati pozíciója. Az elemzés tudományosan újszerű vonása a regionális hálózat centrum-perifériára való felosztása mellett annak NUTS3 szinten való elemzése. A tanulmány egyik fő következtetése, hogy a visegrádi országok régióinak felzárkózása a maghoz kismértékű volt. A felzárkózást mutató régiók jellemzően erősen perifériális kiinduló állapotról a félperiféria irányába mozdultak el, míg a jól beágyazott fő- és nagyvárosi régiók jellemzően valamelyest kiszorultak az európai tudáshálózat közvetlen magjából.

Journal of Economic Literature (JEL) kódok: E61, R11.

Kulcsszavak: keretprogram, centrum-periféria, európai kutatási térség, tudáshálózat, tudáskonvergencia.

* Bilicz Dávid tudományos segédmunkatárs, Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar; PhD-hallgató, Pécsi Tudományegyetem Regionális Politika és Gazdaságtan Doktori Iskola. E-mail: bilicz.david@ktk.pte.hu

A kézirat 2022. május 17-én érkezett szerkesztőségünkbe.

<https://doi.org/10.47630/KULG.2022.66.7-8.3>

Abstract

The convergence of the knowledge network periphery closer to the core – the knowledge network embeddedness of the Visegrad regions between 2004 and 2014

DÁVID BILICZ

Research on regional knowledge networks in the European Union rarely focuses on their centre-periphery division. This study analyses the R&D Cooperation Framework Programmes as a network, using different centre-periphery indicators to measure the network position of the typically peripheral Visegrad countries in the decade ranging from 2004 to 2014. A scientifically novel feature of the analysis is the division of the regional network into centre and periphery and its analysis at NUTS3 level. One of the main conclusions of the study is that the catching-up of the Visegrad regions to the core has been slow. Regions that have caught up have typically converged from a highly peripheral starting position towards semi-periphery, whereas well-established capital city and metropolitan regions have typically moved somewhat outwards from the immediate core of the European knowledge network.

Journal of Economic Literature (JEL) codes: E61, R11.

Keywords: framework programme, centre-periphery, European Research Area, knowledge network, knowledge convergence.

Bevezetés

Az innovációs fejlesztési politikák gyakori eszköze az értékteremtés kooperációs együttműködések segítségével való támogatása. Ennek oka, hogy ilyen módon hatékonyabb forráselosztás, az adott területen a kutatási és innovációs tevékenységek redundanciájának kiküszöbölése érhető el, valamint ösztönözhető több különböző terület specialistáinak közös munkája révén a különleges újdonságok létrehozása (Katz & Martin, 1997). Ezek a politikák könnyen értelmezhetők és elemezhetők különböző formális együttműködések hálózataként. E megközelítés keretében a hálózat csúcsaiként a részt vevő kutatók, a szervezeti egységek, a teljes szervezetek, makrogazdasági szinten pedig régiók és országok értelmezhetők, a hálózat éléiként pedig a közöttük létrejövő együttműködések azonosíthatók. Az ilyen típusú innovációs együttműködések és innovációs hálózatok a nemzetközi szakirodalom széles körben kutatott területei, a publikált tanulmányok száma az elmúlt években egyre nagyobb ütemben bővült (Bilicz, 2021).

A szakirodalomban gyakran elemzik a hálózatok szerkezetét különböző aspektusokból különböző egyszerű vagy komplex mutatók segítségével. Az egyik ilyen aspektus a hálózat magra és perifériarészekre való felosztása. A tudáshálózatok¹ magjához tartozás ugyanis számos előnnyel jár: az általában jobb minőségű tudással, jobb kapcsolatokkal rendelkező magbéli szereplők könnyebben létesítenek új kapcsolatokat, ugyanis egy ilyen szereplő vonzóbb partner az újonnan csatlakozó, esetleg perifériás pozíciójú entitások számára (Barabási et al., 2002). Mindezek következtében a hálózati centrum szereplői jobb és nagyobb mennyiségű új tudásállományhoz férnek hozzá (Breschi et al., 2009; Ahuja et al., 2009). Ennek makroszintű lecsapódásaként jobb eséllyel érnek el gazdasági fejlődést, illetve innovatívabbak, mint perifériára szorult társaik (Chen & Guan, 2016).

A centrum-periféria dinamikák egyik legismertebb megfogalmazása a társadalomtudományok területén Wallerstein nevéhez és az általa kidolgozott világrendszer-elméletéhez fűződik. Az elmélet szerint a centrum egy olyan relatív központként értelmezhető, amellyel a periféria peremi helyzetéből adódóan függőségi kapcsolatban van (Kincses & Rédei, 2010). Bizonyos régiók fejlettsége, így a világrendszer egészéből való gazdasági (politikai, kulturális stb.) részesedése tehát ezen elmélet alapján a fejlett centrumtól lényegesen elmarad. A centrum- és a perifériarégiók között fejlettségben a félperiferikus területek állnak (Wallerstein, 1991). A modell mint interpretációs keret sikerrel alkalmazható más tudományterületekre, így a hálózatelméletre is. Az utóbbi a centrum-periféria modellt főként egy szereplő hálózatban elfoglalt pozíciója alapján értelmezi. Ennek alapján az, hogy egy adott szereplő milyen mértékben áll összeköttetésben egyéb szereplőkkel (tehát centrális pozíciót foglal-e el vagy sem), nagyban befolyásolja, hogy a szereplő milyen mértékben fér hozzá a hálózat által nyújtott előnyökhöz. A tanulmány célja megvizsgálni, hogy az elmúlt évek során a visegrádi országok – jellemzően perifériához tartozó – régiói milyen mértékben tudtak közelíteni az európai tudáshálózat magjához. A tanulmány csatlakozik az európai kutatási térség formálásának kritikai tárgyalásához. E célból a tudáshálózat centrum-periféria felosztásának kis területi szinten való vizsgálata újszerű, ami hozzájárulás a hazai és nemzetközi szakirodalom eredményeihez. A tanulmány felépítése a következő: a bevezetés után következik a kutatás szakirodalmi hátterének bemutatása. Ezután az alkalmazott módszertan, majd a felhasznált

¹ Tudáshálózatokon olyan hálózatokat értünk, amelyek az egyes szereplők közötti tudás áramlását segítik elő. A szakirodalomban leggyakrabban kutatott ilyen hálózatok például a közös K+F-együtműködések hálózata, a tudományos publikációk társszerzői hálózata, vagy a szabadalmaztatási tevékenységek hálózata.

adatok ismertetése következik. Az eredmények tárgyalását az eredmények diszkusziója követi. Az összefoglalás összegzi a tanulmány eredményeit, külön kitérve a kutatás korlátaira és további kutatási irányokra.

Szakirodalmi háttér

Kutatási együttműködés európai uniós szinten

Az egyének, illetve szervezetek közötti együttműködésnek számos pozitív hatása van mikro- és makrogazdasági szinten egyaránt. A több vállalat által közösen végrehajtott kutatási projektek nagyobb mértékben növelik a vállalatok szabadalmaztatási képességét, mint az önálló kutatási tevékenység (Fornahl et al., 2011). Az együttműködés révén jobb partnerválasztással vagy több kapcsolat kialakításával javítható a hálózatban² elfoglalt pozíció. Az innovációs hálózatokban elfoglalt előnyösebb pozíció erősíti többek között a vállalatok szabadalmaztatási teljesítményét (Gilsing et al., 2008), innovativitását (Soh, 2003), tanulási képességét (Hagedoorn & Duysters, 2002) is, míg makrogazdasági szinten a régiók, esetleg az országok esetében is megfigyelhető a jobb hálózati pozícióval, illetve a partnerek magasabb számával járó erősebb szabadalmaztatási, innovációs tevékenység, jobb kutatási hatékonyság (Broekel, 2015; Kroll, 2009; Maggioni et al., 2011; Sebestyén & Varga, 2013).

Az egyik legjelentősebb, nemzetközi szintű közös kutatásokat támogató fejlesztéspolitikai eszköz az Európai Unió Framework Programme (FP, keretprogram) keretrendszere. Ennek révén több tízezer projektet indítottak és valósítottak meg az 1980-as évek közepétől napjainkig (Erdil et al., 2022). E keretprogram mint eszköz segítségével az Európai Unió támogatja a különböző szervezetek közötti közös kutatási projekteket. A projektekre önszerveződő konzorciumok nyújthatják be a pályázataikat, azonban alapfeltétel, hogy a pályázók legalább két különböző országból (legalább egyikük uniós tagállamból) származzanak (Heller-Schuch et al., 2011). Az európai uniós intézmények célja az FP alkalmazásával a kutatók és a kutatási tevékenység szabad áramlása, valamint a kutatási tevékenységek tagállamok közötti összehangolása.

² A tanulmány társadalmi hálózatok elemzésével foglalkozik. E hálózatok jellemzően gráfszerűen épülnek fel, amelyek csúcsai egyes személyek, szervezetek, míg az élek az e szereplők között létrejövő valamilyen kapcsolatok.

Az európai tudáskohézió, illetve tudáskonvergencia³ terén több kutatási eredmény született az elmúlt évtizedekben. A tudáskonvergencia egyik fontos pillére az európai kutatási térség (EKT, angolul European Research Area – ERA). Az EKT-val az Európai Unió célja a nemzeti kutatási rendszerek koordinálása révén a kutatási tevékenység szétaprózódottságának megszüntetése vagy legalábbis enyhítése, ezáltal a térség nemzetközi versenyképességének a javítása. E cél elérésére az Unió tagállamai koordinált kutatási és innovációs tevékenységeket terveztek kialakítani, amivel ösztönözhető e térség területén a kutatók és kutatási ismeretek, illetve a tudás szabad áramlása (Reillon, 2016, 2017). Az ezredfordulón kialakuló EKT-koncepció hatással volt az FP-k (FP6 és az azutáni programok) megvalósítására is, sőt, az FP-k váltak az EKT létrehozásának fő eszközévé (Reillon, 2017).

A versenyképes és emellett tudásszintben viszonylag homogén EKT alapfeltétele a fejletlenebb területek tudásszintjének versenyképes szintre való felzárkóztatása azért, hogy az Európai Unió minden régiója hozzáférhessen a források révén elérhető hasznokhoz, és fejleszthesse kutatási képességét (Reillon, 2017).

Az európai kutatási térség megvalósulása a gyakorlatban

A koncepció létrejötte óta eltelt bő két évtizedben számos kutatás vizsgálta az Európai Unióban végbemenő tudáskonvergenciát és az EKT-koncepció gyakorlatban történő megvalósulását. A területen az elmaradottabb kutatási eredményekkel rendelkező térségek felzárkózása azonban az elmúlt évtizedekben közel sem valósult meg.

Mivel az EKT létrehozásának és kiteljesítésének fő eszközei a Framework Programme-ek, így az FP-k révén létrejött tudáshálózat feltérképezése, a hálózati viszonyok alakulása a kutatók és döntéshozók számára is fontos terület (Roediger-Schluga & Barber, 2008). Az EKT-t vizsgáló kutatások túlnyomó része az FP-k elemzésével foglalkozik. Akad persze kivétel is, például Chessa et al. (2013), amely szabadalmi adatokból alkotott hálózat segítségével elemzi, hogy az országhatárok milyen erősen hatnak a tudásáramlására. Az eredmények azonban nem tükröződnek a szabadalmaztatási adatokban.

³ Az Európai Unió területén jelentős különbségek figyelhetők meg különböző országok, illetve régiók fejlettsége között. Hasonló a helyzet a kutatási tevékenységek esetében. Az információhoz, az új technológiákhoz és összességében a tudáshoz való hozzáférés sem egységes az unió tagállamai között. A tudáskonvergencia az a folyamat, amelynek során e területeken az elmaradottabb országok valamilyen szinten felzárkózhatnak, ideális esetben pedig utol is érhetnék fejlettebb társaikat, megvalósítva a tudáskohéziót.

Az FP-k vonatkozásában érdemes kiemelni az elnyert támogatások földrajzi megoszlását. Ebben a vonatkozásban erős kelet-nyugati irányú területi megosztottság is megfigyelhető. Egyes 2004 után csatlakozott tagállamok szervezetei a kutatási együttműködések keretében például lényegesen kevesebb forráshoz jutnak, mint nyugati társaik (Fisch, 2014). Ezek a különbségek pedig az érintett országok népességéhez és kutatói állományához viszonyítva hatványozottak (Fisch, 2018). Az EKT megvalósulásának fő indikátorai között szerepel a nemzetközi együttműködések harmonizációja és a tudáscirkuláció (Európa Tanács, 2019a; Európa Tanács, 2019b). E dimenziók alapján is nagy különbségek figyelhetők meg a nyugati és keleti tagállamok között, amelyek az idő előrehaladtával alig csökkennek. Ennek oka lehet, hogy a 2000-es évek közepén az EKT-t erősíteni hivatott projektekben a résztvevők kiválasztásának súlypontja a tudáskonvergenciáról a kutatói kiválóság felé tolódott el, ami felerősítette a korábban is meglévő különbségeket (Arnold et al., 2008).

Az FP-hálózatokat vizsgáló kutatások túlnyomó részt arra az eredményre jutottak, hogy az EKT a gyakorlatban még nem valósult meg teljesen, azonban az egységesedésnek és a felzárkózásnak a nyomai már felfedezhetők. Az EKT-n belül még mindig számít a földrajzi távolság, valamint az innovációs együttműködések irodalmában definiált egyéb, Boschma (2005) által összegzett távolság, amilyen például a régiók közötti technológiai, társadalmi és gazdasági távolság (Amoroso et al., 2018; Scherngell & Lata, 2013). Fontos szerepe van a hálózati pozíciónak a gazdasági vagy egyéb okokból hátrányosabb helyzetű régiók felzárkózásában. A tudáshálózatban való jobb elhelyezkedés segít pótolni a földrajzi perifériára szorult szereplők esetében a pozitív agglomerációs externáliák hiányát, vagyis a fejlett, innovatív régiókhoz vagy vállalatokhoz való földrajzi közelség hálózati közelséggel pótolható (Whittington et al., 2009; Grillitsch & Nilsson, 2015; Johansson & Quigley, 2004). A kutatási együttműködések segítik továbbá a különböző fejlettségi szintű és kultúrájú területek közötti különbségek csökkenését is (Katz & Martin, 1997), amivel más távolsági dimenziókban is csökkenthetők a hálózat tagjai közötti különbségek.

A partnerválasztásban is vannak hasonló jelentőségű tényezők: a fővárosi régiók és az EU régebbi tagállamai közötti együttműködés kialakulása még mindig valószínűbb, mint a többi régiót is magában foglaló tagországok közötti. E tényezők szerepe azonban az idő előrehaladtával egyre csökken (Scherngell & Lata, 2013; Balland et al., 2019). A kezdeti struktúrához képest idővel egyre erősebb integráció valósul meg a szereplők között (Roediger-Schluga & Barber, 2008). A partnerválasztásban a földrajzi távolság, valamint a régiók közötti országhatárok szerepe csökken, a föld-

rajzi elhelyezkedés szerepét pedig egyre inkább a hálózati veszi át (Scherngell & Lata, 2013), ami az EKT kialakulása felé mutat.

Az FP-hálózat szerkezete állandó abban az értelemben, hogy regionális és országos szinten a legmagasabb központiséggel rendelkező, vagyis a hálózatban legjobb helyet elfoglaló területek összetétele idővel közel állandó. A legnagyobb központiségű⁴ európai NUTS2-es (Nomenclature of Territorial Units for Statistics) régiók körében az FP5 és FP7 közötti időszakban csak minimális mozgás figyelhető meg (Erdil et al., 2022). Az országok között sincs nagy változás a szereplők központiségi értékében (Balland et al., 2019). Tagállami szinten a régi (EU15) és az új (EU13) tagországok szervezetei között látható nagyobb különbség. A hálózat e téren is időben stabil, bár néhány szervezet – jellemzően közintézmények – képes az addig periférián lévő régiók körében is értékes kapcsolatokat teremteni a maggal, és közvetítő szerepet játszani a hálózat homogenizálásában (Balland et al., 2019). A népesség szerint normalizált központiségértékeknél már nagyobb változások láthatóak az FP6 kezdetét követően, bár ebben az esetben is az EU13 nagy része a sereghajtók között szerepel. Néhány kivételtől eltekintve csoporton belüli átrendeződés figyelhető csak meg (Balland et al., 2019). Regionális szinten a legközpontibb régiókat követően viszont már nagyobb a felzárkózás. A központiség alapján legjobb helyzetben lévő területek közvetlen közelében az utóbbi években megjelennek bizonyos, korábban a hálózati periférián lévő régiók, amelyek között megtalálhatók Közép- és Kelet-Európa fővárosi régiói is (Erdil et al., 2022).

A hálózat centrum-periféria felosztásának szerepe

A fentiekből kitűnik, hogy egy szereplő hálózatban elfoglalt pozíciója nagyban befolyásolja, milyen mértékben képes a hálózat által nyújtott előnyökhöz hozzáférni. A hálózat centrumbéli és perifériás részre való felosztása ebből a szempontból is érdekes kérdés. A centrum-periféria szerinti megközelítéshez hasonló, azonban azzal nem teljesen azonos vizsgálati módszer még a központiség (centralitás) elemzése, ahol a hálózat egyes szereplői kapcsolatainak számát viszonyítják az összes kapcsolathoz vagy más néven fokhoz (Molnár, 2020). A hálózat centrum és periféria alapján való felosztásának azonban a központiség elemzésénél nagyobb információ-

⁴ A társadalmi hálózatokban, amelynek a tudáshálózatok is, a legszélesebb körben alkalmazott mérőszámok a központiségi vagy centralitási mutatók. E mutatók egy adott szereplő hálózatban elfoglalt helyét jelölik különböző megközelítésekkel. A legnépszerűbb ilyen mutatók közé a fokszám-, a közönségi és a közelségi központiség tartozik.

értéke lehet, mert érzékenyebb a központi szereplők összekapcsoltságára. Ezáltal, ha például egy szereplő sok kapcsolatot tart fenn, akkor magas központiségértéket fog magáénak tudni annak ellenére, hogy a hálózat magjába nem lesz képes beta-gozódni más magbéli szereplőkkel fenntartott kapcsolat kialakítása nélkül (Borgatti & Everett, 2000), így nem sorolható a centrum-periféria felosztás szerinti maghoz, azaz centrumhoz.

Hálózatelméleti megközelítés alapján egy tökéletes centrum-periféria rendszerben egy sűrűn összekötött magról és egy lazán kapcsolódó perifériáról van szó, ahol a periférikus szereplőknek egymással nincs kapcsolatuk, csak a centrum szereplőivel (Borgatti & Everett, 2000). A valóságban a hálózatok a legritkább esetekben bonthatók fel ilyen egyértelmű módon centrumra és perifériára, de legtöbb esetben megfigyelhető egy sűrűbb mag és egy ritkább perifériás rész. E felosztás előnye a központiséghez képest, hogy azonosíthatók a jól beágyazott, sűrűn összekapcsolt szereplők.

A különböző országok, régiók és szervezetek tudáshálózataiban megfigyelhető a mag és a peremrészek szerinti feloszthatóság. Az FP mint az egyik leggyakrabban elemzett kutatás-fejlesztési és innovációs hálózat stabil maggal rendelkezik. Időben a mag szerkezetében vagy összetételében átalakulás nem, vagy csak enyhe mértékben figyelhető meg (Akçomak et al., 2018; Roediger-Schluga & Barber, 2008; Breschi & Cusmano, 2006; Erdil et al., 2022). A magot jellemzően a fejlettebb alapító vagy korábban csatlakozott tagállamokból álló EU15 szervezetei és régiói alkotják (Heller-Schuch et al., 2011; Erdil et al., 2022; Balland et al., 2019).

Az EKT létrejöttéhez viszont elengedhetetlen lenne a magban lévő szereplők időbeli változatossága vagy a mag bővülése. Az együttműködési hálózat túlzott koncentrációja ugyanis az áramló tudás túlzott monopolizációjához vezethet, ami az EKT szintjén szuboptimális tudásallokációt okozhat (Shi & Guan, 2016). Az FP-szintjén igazolt, hogy az elmaradott régiók kutatásainak finanszírozása régiós és közösségi szinten is fontos. Az ezekbe a régiókba fektetett K+F-kiadások megtérülése magasabb, mint a fejlett régióknak juttatott támogatásoké (Hoekman et al., 2013). A gazdaságilag kevésbé fejlett régiók FP által nyújtott forrásoktól és lehetőségektől való függése erősebb, mint a fejlettebb társaiké (Varga & Sebestyén, 2017).

Ezeken túlmenően a hálózati centrumhoz való tartozásnak a szereplők szintjén is számos előnye van. A tudáshálózatok centrumában a szereplők közötti tudás- és információmegosztás lényegesen intenzívebb, míg a ritka kapcsoltság miatt a perifériákra ez egyáltalán nem érvényes (Rank et al., 2006). Regionális szinten a hálózaticentrum-pozíció számottevő gazdasági felhajtóerővel bír: a gazdasági és/vagy innovációs szempontból elmaradottabb régiók felzárkózását ugyanis a mag-

ban elfoglalt pozíciójuk képes lehet gyorsítani, a centrumhoz tartozás a felzárkózás katalizátora lehet (Chen & Guan, 2016). A nagy méretű hálózatok esetében gyakori a preferenciális kapcsolódás. Több tanulmány szerint ez a tudáshálózatokra, azon belül az FP hálózataira is érvényes (lásd például Erdil et al., 2022, 2018; Barabási et al., 2002; Newman, 2004; Pyka et al., 2007; Hanaki et al., 2010; az FP esetében Breschi et al., 2009). A preferenciális kapcsolódással való szerveződés azért fontos, mert ilyen esetben az újonnan belépők nagyobb valószínűséggel csatlakoznak jobb pozícióval rendelkező szereplőkhöz (Barabási et al., 2002). Ennek következtében egy magban elhelyezkedő szervezet vagy régió nagyobb eséllyel alakít ki új kapcsolatokat, mint a periférián lévő társai (Ahuja et al., 2009).

Ezek alapján a tanulmányban arra a kutatási kérdésre kerestem a választ, hogy az FP mint európai szintű tudáshálózat esetében milyen mértékben valósul meg a hálózati periférián elhelyezkedő régiók felzárkózása és integrálódása a centrumba. A kutatás középpontjában a visegrádi együttműködés országai (Csehország, Lengyelország, Magyarország és Szlovákia) álltak. Ezen belül az országcsoport régióinak európai uniós szintű pozícióját vizsgáltam az idő függvényében.

Korábban születtek már ugyan tanulmányok, amelyek a tudáshálózatokon belül az elmaradott régiók felzárkózásával foglalkoztak, ám ezek jellemzően országos szinten elemezték a szereplők helyzetét (Európa: Balland et al., 2019; Dél-Amerika: Bianchi et al., 2021), illetve a területek, régiók közötti tudáskonvergenciát vizsgálták, azonban a centrum-periféria felosztást nem elemezték mélyrehatóan (Akçomak et al., 2018; Erdil et al., 2022; Shi & Guan, 2016; Scherngell & Lata, 2013). A hálózatok ilyen formájú átalakulásának ismerete fontos információt ad a döntéshozóknak is, amikor az EKT-ra vonatkozó további döntéseket hoznak (Roediger-Schluga & Barber, 2008). A probléma NUTS3 szinten való vizsgálata is említést érdemel, ezen a szinten figyelhetők meg ugyanis a legpontosabban az innovációs folyamatok. A NUTS3 régiók felelnek meg leginkább a központi városok körüli funkcionális régióknak (Pálóczi, 2016; Maggioni et al., 2007; Cooke et al., 1998; Cörvers et al., 2009).

Az alkalmazott módszertan

A hálózatok centrum-periféria szerinti felosztását a szakirodalomban többféle módon modellezik. Gyakori kiindulópont Borgatti & Everett (2000) tanulmánya, amelyben a hálózatokat egy sűrűn összekötött, erős kapcsolatokkal jellemezhető magra és egy lazán kapcsolódó perifériára osztják. Az idézett műben az ideális cent-

rum-periféria rendszerrel bíró hálózat az úgynevezett Freeman-csillag, melyben egy központi csúcs van, és a hálózat minden további szereplője kizárólag ehhez kapcsolódik. Ez a csillag komplexebb hálózattá is fejleszthető: ekkor megjelenik több központi szereplő, amelyekre érvényes, hogy minden magbéli csúcspár között él található, és a perifériás csúcsok egy vagy több ilyen magszereplőhöz csatlakoznak (Borgatti & Everett, 2000). Az ilyen kétosztatú besorolás esetében a hálózatnak kizárólag a centrumszereplők által alkotott részhálózata a teljes hálózaténál nagyobb sűrűségű (Doreian & Woodard, 1994), illetve ez a részhálózat magas központiséggel is rendelkezik (Holme, 2005). Ezzel szemben a perifériás szereplők kapcsolatai gyengék, kizárólag a magbéli szereplőkkel létesítenek kapcsolatot (Borgatti & Everett, 2000; Della Rossa et al., 2013).

A hálózatok centrum-periféria felosztásának modellezésére több mutató is született. Bizonyos mutatók a csúcsok magbéli, illetve perifériás pozícióját vizsgálják, mások a hálózat egészét tekintve elemzik, hogy arra mennyire jellemző a centrum-periféria felosztás. Mivel tanulmányom kutatási kérdése egyes régiók felzárkózására és nem a teljes hálózat struktúrájának elemzésére vonatkozik, a továbbiakban az előbbi indikátorokat tárgyalom részletesen.

A csúcsok mag-periféria helyzetének vizsgálata esetén kétfajta megközelítést különböztet meg a szakirodalom: a folytonos és a diszkrét centrum-periféria indikátorokat. A magától értetődő, könnyebben interpretálható változatok a diszkrét mutatók, ezek egyértelműen besorolják a hálózatok csúcsait maghoz és perifériához tartozó csúcsokra. Léteznek többlépcsős (például hármass esetben centrum-félperiféria-periféria) mutatók is, bár ezek használata lényegesen ritkább, bizonyos esetekben azonban előnyös lehet. A másik fő típus a folytonos változóké. A mutató azt állapítja meg, hogy milyen mértékben tekinthető egy adott csúcs magbelinek vagy perifériásnak. Empirikus kutatásokban célszerű többfajta centrum-periféria mutatót is alkalmazni, ezzel ugyanis csökkenthető a hálózati struktúráról való torz képalkotás valószínűsége (Kudic et al., 2015). A kutatásom során az alábbi négy indikátor alapján elemeztem a régiókat:

- A *k*-mag az egyik egyszerűen értelmezhető, széles körben alkalmazott mutató. Ahhoz, hogy egy hálózat *k*-magját megállapítsuk, olyan egybefüggő részhálózatot kell keresnünk, amelyben minden csúcs fokszáma legalább *k*. Ez a részhálózat akkor lesz a hálózat *k*-magja, ha a részhálózaton kívüli csúcsok egyike sem illeszthető be úgy a hálózatba, hogy a fenti kijelentés igaz maradjon (Seidman, 1983; Doreian & Woodard, 1994). E mutatót számos kutatásban alkalmazzák régiók vagy országok közötti (tudás)hálózatok

szereplőinek centrum-periféria szerinti felbontására (lásd például Bianchi et al., 2021; Kudic et al., 2015; Chen & Guan, 2016; Breschi & Cusmano, 2006). Mivel ennek a mutatónak bináris és súlyozott kapcsolati mátrix esetében is jól interpretálható jelentése van, a k-mag-mutatót mindkét típusú súlymátrix segítségével alkalmaztam. Az adott csúcsok k-mag-értéke az a k szám, amelyre igaz, hogy a k-magnak tagja, de a k+1-nek már nem.

- A Borgatti–Everett-féle *magsági felosztás* annak alapján kerül kialakításra, hogy mekkora a korreláció a megfigyelt szomszédsági mátrix és egy azonos csúcsszámú ideális centrum-periféria felosztással bíró hálózat szomszédsági mátrixa között (Borgatti & Everett, 2000). A mutató értéke 1-es, ha az adott csúcs az ideálishoz legjobban illeszkedő, azaz legmagasabb korrelációs együtthatójú centrum-periféria felosztás szerint a magban, míg 0, ha e felosztásban a periférián található.
- A harmadik alkalmazott változó az *alfa-magság*. Della Rossa et al. (2013) módszere alapján ez a folytonos mutató azt méri, hogy az adott csúcs mennyire foglal el magbéli helyet a hálózatban. A csúcsok 1 és 0 közötti értéket vehetnek fel, ahol 1-es értéket jellemzően egyetlen, legközpontibb szereplő kap, míg 0 értéket azok a szereplők, amelyek Borgatti & Everett (2000) koncepciójának értelmében nem töltenek be magbéli szerepet – például kapcsolataik kizárólag a maggal vannak, más perifériás szereplők irányában pedig nincs semmilyen kapcsolatuk (Della Rossa et al., 2013).
- Kontrollként bevontam a fokszámközpontiség-mutatót, amely a szakirodalomban leggyakrabban alkalmazott hálózati központisági indikátor. Ez az alkalmazottak közül a legegyszerűbb, és a centrum-periféria felosztáson kívül is széles körben értelmezett. A fokszámközpontiség a régiók kapcsolatainak számát hivatott mérni. A magasabb érték több kapcsolatot, jelen esetben több közös kutatás-fejlesztési projektpartnerséget reprezentál más régiókkal.

A mutatók esetében természetesen nemcsak formai, hanem tartalmi különbségek is adódnak. A fokszámközpontiség azt hivatott mérni, hogy egy adott régiónak hány partnerségben van része e partnerek helyzetét teljes mértékben figyelmen kívül hagyva. A centrum-periféria felosztás alapú mutatók között is adódik azonban különbség. A magsági felosztás diszkrét mutató révén egy nagyon szűk magra és egy szélesebb perifériára osztja a régiókat. Ehhez hasonlóan funkcionál a k-mag-felosztás is, ennek egy minél nagyobb, de még kifejezetten sűrű hálózati részgráf megtalálása a célja. Ennek következtében az e módszer által azonosított szereplők rendszerint erősen összekötöttek, az általuk alkotott részhálózat sűrűsége magas.

Ezzel szemben az alfa-magság különböző magsági szinteket rendel az egyes csúcshoz. Ekkor még egy sűrű részhálózat esetében is csak kevés kiemelkedően központi szereplővel lesz dolgunk. E módszer figyelembe veszi továbbá a hálózati centrumnak a periféria felé történő lehetséges közvetítő szerepét.

A felhasznált adatok

Az elemzés hálózati statisztikai hátterét a Community Research and Development Information Service (CORDIS) adatbázisból kinyert Framework Programme kutatás-fejlesztési együttműködési projektek adatai képezik.⁵ Az adatbázisban alapegység egy szervezet-projekt páros. Az adatbázis minden szervezet esetében tartalmaz információt többek között a szervezetek nevééről, székhelyéről, székhelyének NUTS-besorolásáról, valamint az FP keretében létrejött projektek esetében arról, hogy melyik évben indult és zárult le a projekt. A jobb felhasználhatóság érdekében az alapadatbázis egy manuális és algoritmizált módszerek kombinációját tartalmazó tisztításon esett át. E tisztítási folyamat során kiszűrték azokat a tételeket, amelyekben gépelési hiba, eltérő írásmód vagy más okok miatt egyes intézmények nem azonos néven szerepeltek az alapadatbázisban. A tisztítás eredményeként minden szervezetet egyértelműen azonosítottak.

A tisztított adatbázis alkalmas NUTS3 szintű elemzésre. Ebben az esetben a hálózatok csúcsai a vonatkozó régiók, míg élei a régiók között létrejött kapcsolatok. Az alapadatbázis NUTS2006 besorolás szerint kategorizálta a régiókat, így a tanulmányban is ezt a kategorizálást alkalmaztam. A NUTS3 szint előnye, hogy számos korábbi tanulmány alapján ez felel meg leginkább a gazdasági, az innovációs és a munkaerőrendszerek modellezésére (Pálóczi, 2016; Maggioni et al., 2007; Cooke et al., 1998; Cörvers et al., 2009). A NUTS3 besorolástól egyedül London esetében tértem el, itt a várost alkotó NUTS2 régió került be az elemzésbe, így egy város kisebb egységekre bontására semmilyen esetben sem került sor. Az elemzés földrajzi vetületben az európai uniós tagállamokra (a 2010. évi állapot alapján), Svájcra, Norvégiára és Liechtensteinre terjed ki (a továbbiakban együttesen európai régiók).

Az időhorizontot illetően a legkorábbi projektek 1999-ben indultak, és legkésőbb 2025-ben fejeződnek be. A projektek átlagos élettartama valamivel több, mint 2,5 év, 90 százaléka rövidebb 4 évnél, 98 százaléka pedig 5 évnél (*1. táblázat*). Ezek

⁵ A tanulmány táblázatai és ábrái adatainak ez az adatbázis a forrása, a továbbiakban ezt külön nem jelöltem.

fényében az általam kezdőévnak választott év 2004 lett, amelyre igaz, hogy a valódi hálózatot a mintám közel teljes egészében lefedi, mivel itt telik el 5 év a kezdeti 1999. évi adatok után, tehát korábbi kezdődátummal még hiányos adatokkal kellett volna dolgoznom az első éveket tekintve. Záróévként 2014-et határoztam meg, mivel ezt követően az elindult projektek száma jelentősen csökkent.

Ezután a fenti tizenegy évre egyenként elkészítettem a hálózat A_t kapcsolati mátrixait. Egy adott „ t ” év kapcsolati mátrixa esetében azokat a projekteket vettem figyelembe, amelyek legkésőbb

1. táblázat

Az adatbázisban szereplő projektek megoszlása a projektek hossza szerint

Projektek élettartama (év)	Gyakoriság (%)	Kumulált gyakoriság (%)
0	7,19	7,19
1	12,85	20,04
2	27,98	48,02
3	26,21	74,23
4	16,09	90,32
5	7,97	98,30
6	1,63	99,92
7<	0,08	100,00

Forrás: Saját szerkesztés.

t évben indultak el, és legkorábban t évben értek véget, praktikusan ezek a t évben futó projekteknek felelnek meg. A szomszédsági mátrixok egy-egy sora és oszlopa egy NUTS3 régiót jelöl, a mátrix elemei pedig az adott régiók között létrejövő FP-projektek száma a vizsgált évben. Ennek nyomán az A_t kapcsolati mátrix általános eleme a következő:

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

ahol t a mátrix által vizsgált, év i és j két régió, n pedig a köztük létrejövő kapcsolatok száma. Mivel a hálózat éleihez nincsen irány rendelve, ezért a mátrix szimmetrikus, vagyis

$$a_{ij} = a_{ji}
 \tag{2}$$

Kiszámítottam továbbá a kapcsolati intenzitással (vagyis a közös projektek számával) nem súlyozott B_i szomszédsági mátrixokat is, amelyek általános eleme a fenti mátrixból a következőképpen vezethető le:

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

Leíró statisztika

A fenti adatokból a bemutatott módszertan használatával minden európai régió esetében kiszámítottam az alábbi hat alapmutatót:

- alfa-magsági mutató,
- k-mag,
- súlyozott k-mag,
- mag-periféria felosztás bináris hálózaton,
- mag-periféria felosztás súlyozott hálózaton,
- súlyozott fokszámközpontság.

Mivel nem minden régió szerepel minden év hálózatában, ezért a hiányzó értékek kezelésére is szükség van. Az alfa-magsági mutató definíció szerint 1 és 0 közötti értéket vesz fel, ahol az 1-es a leginkább centrális pozícióban lévő régió, míg 0-s régiók azok, amelyek teljesen periférián találhatóak. A (súlyozott) k-mag esetében a legkisebb, kapcsolattal rendelkező régió 1-es, míg a maximális érték hálózatonként eltérő. A mag-periféria felosztás alapú mutatók diszkrét módon 1-es vagy 0-s értéket vesznek fel attól függően, hogy az adott régió a hálózat magjában foglal-e helyet (1-es érték). A fokszámközpontság esetében szintén minden éllel rendelkező csúc 1-es vagy annál nagyobb értéket kap a hálózatban attól függően, hogy mennyi kapcsolata van az adott régióknak, maximuma a k-maghoz hasonlóan változó. Mindegyik értelmezéssel konzisztens megközelítés tehát, hogy a hálózatból hiányzó elemek 0-s értéket kapnak. A foksám, illetve a k-mag-mutatók esetében ez praktikusán annyit jelent, hogy nincs kapcsolata más régiókkal az adott évben, míg az alfa-magsági mutató, valamint a mag-periféria felosztás szerinti esetben ez annyit jelent, hogy adott régió (a lehető legnagyobb mértékben) a periférián helyezkedik el. Ez a feltételezés azért célszerű, mert az FP együttműködési hálózat ugyan szerteágazó, de a teljes európai tudás- és innovációs hálózatoknak csupán egy szelete. Így az adott évben az ebből a hálózatból kikerülő régiók esetében feltételezhető, hogy nem szorultak ki a teljes tudáshálózatból, mindössze a mintánk teljes perifériájára kerültek.

A fenti hat mutatóból a további elemzés előtt három esetében további adatfeldolgozásra volt szükség. Az időbeli és a mutatók közötti jobb összehasonlíthatóság érdekében a két k-mag, valamint a fokszámközpontosság-mutatót normalizált skálára igazítottam olyan módon, hogy a legnagyobb eredeti értékkel rendelkező régió kapjon 1-es, míg a legkisebb 0-s értéket, így az összes alkalmazott mutató összehasonlíthatóbbá váljon. A normalizált mutatókat az alábbi általános képlet segítségével állítottam elő:

$$C_{it\ norm} = \frac{C_{it\ nyers} - MINC_{t\ nyers}}{MAXC_{t\ nyers} - MINC_{t\ nyers}} \quad (4)$$

ahol $C_{it\ norm}$ az adott mutatók (C) normalizált értékét jelenti i régió esetében t évben, $C_{it\ nyers}$ azonos mutató normalizálás előtti értékét jelzi i régió esetében t évben, míg $MINC_{t\ nyers}$ és

2. táblázat

A különböző magsági mutatók leíró statisztikái

	Alfa- magság	Súlyozott magsági felosztás	Súlyozatlan magsági felosztás	Súlyozott k-mag	Súlyozatlan k-mag	Fokszám-központosság
Átlag	0,083–0,088	0,009–0,010	0,185–0,199	0,094–0,113	0,401–0,439	0,122–0,138
Szórás	0,151–0,155	0,093–0,101	0,389–0,399	0,174–0,205	0,371–0,385	0,167–0,179
Minimum	0	0	0	0	0	0
1. kvartilis	0	0	0	0,003–0,005	0,039–0,088	0,007–0,017
Medián	0,008–0,015	0	0	0,019–0,023	0,272–0,341	0,051–0,065
3. kvartilis	0,098–0,107	0	0	0,081–0,108	0,748–0,841	0,162–0,200
Maximum	1	1	1	1	1	1
Csúcosság	7,394–8,467	92,855–109,163	0,273–0,629	6,076–7,866	–1,434–1,323	3,262–4,427
Ferdeség	2,585–2,741	9,732–10,536	1,507–1,621	2,525–2,779	0,359–0,487	1,825–2,035

Megjegyzés: A táblázat intervallumosan tartalmazza a 11 vizsgált év legalacsonyabb és legmagasabb értékét minden mutató esetében.

Forrás: Saját számítások.

$MAXC_{t\ nyers}$ rendre az adott mutató legkisebb és legnagyobb értékkel rendelkező régióértéke t évben. Mivel minden mutató esetében a legkisebb (hálózat teljes perifé-

riáján lévő régiók esetében felvett) értéke nulla, ezért a fenti képlet leegyszerűsíthető az alábbi módon:

$$C_{it\ norm} = \frac{C_{it\ nyers}}{\text{MAX } C_{t\ nyers}} \quad (5)$$

Ez azt adja meg, hogy adott régió esetében az eredeti mutató értéke hányszorosra az adott év legmagasabb értékű régióénak, ami egy nulla és egy közötti szám. A normalizált magsági mutatókról készült leíró statisztikai adatokat a 11 évben a teljes hálózatra vonatkozóan a 2. táblázat tartalmazza. A táblázatban intervallumokat tüntettem fel, amelyek a 11 év legkisebb és legnagyobb értékét jelölik.

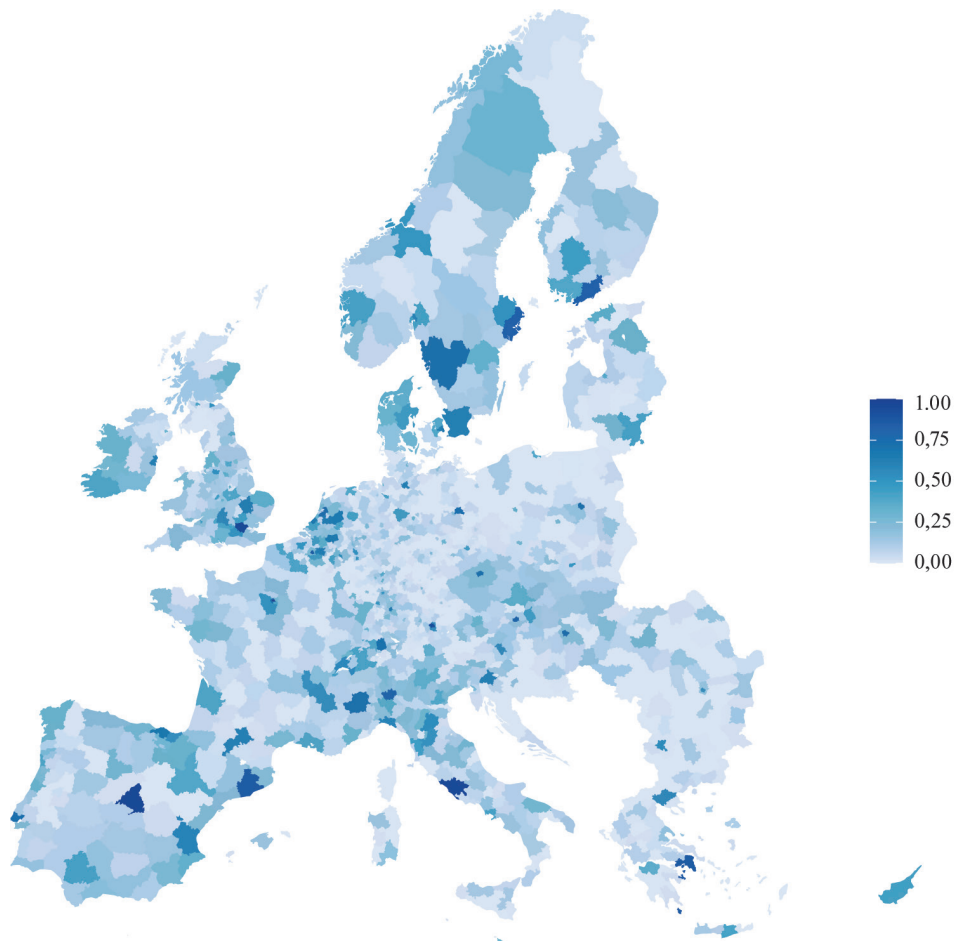
Látható, hogy a dummy változóként jelen lévő magsági felosztás mind súlyozott, mind súlyozatlan hálózat esetében zömében perifériás régiókat azonosított. Amíg a pusztán a kapcsolatok meglétét vizsgáló súlyozatlan hálózat esetében a régiók 18,5–19,9 százaléka azonosítható magbélínek, addig súlyozott hálózat esetén az arány lényegesen lecsökken, és a mag mindössze néhány régióra szűkül. Mivel e két mutató merőben eltér a többitől (diszkrét mutatók magas arányú perifériás szereplővel), ezért ezeket érdemes külön kezelni.

Az alfa-magságnak, a fokszámközpontságának és a súlyozott k-mag-mutatóknak hasonló leíró statisztikai értékük van. A medián régió mindhárom mutató esetében 0,07 alatti, sőt az alfa-magság és a súlyozott k-mag esetében a harmadik kvartilis sem éri el minden évben a 0,1-es értéket, a fokszámközpontságánál pedig 0,2-es vagy alacsonyabb a harmadik kvartilis értéke a vizsgált periódusban. A súlyozatlan k-mag-mutató ferdesége a legalacsonyabb. A módszer alapján számított magas kvartilis értékek és negatív csúcosság is az értékek többi mutatóval szembeni erősebb kiegyenlítetttségére utalnak.

A vizsgált mutatók terén európai uniós viszonyban a legmagasabb értékek rendre a fővárosi és nagyvárosi régiókban vannak. Ezen túlmenően csak enyhe területiség figyelhető meg. A legnagyobb egybefüggő alacsony értékkel rendelkező területek jellemzően Kelet-Európában vannak, azonban a nyugati területeken is azonosíthatók alacsony magsági mutatókkal rendelkező régiók. Az 1. ábrán látható térkép az alfa-magsági mutató 11 év alatt mért legnagyobb értékét mutatja. Sötétebb csoportosulások jellemzően nyugaton találhatóak, de a keleti blokkok fővárosi régiói sincsenek teljes mértékben lemaradva. A nyugati területeken is vannak világos foltok a térképen, de itt jellemzően magasabb a magbéli és a félperifériás régiók aránya, mint az Európai Unióhoz 2004-ben vagy azután csatlakozott országok területén.

1. ábra

Az európai régiók maximális alfa-magság értéke a 2004 és 2014 közötti időszakban



Forrás: Saját számítások.

A felzárkózás mérése

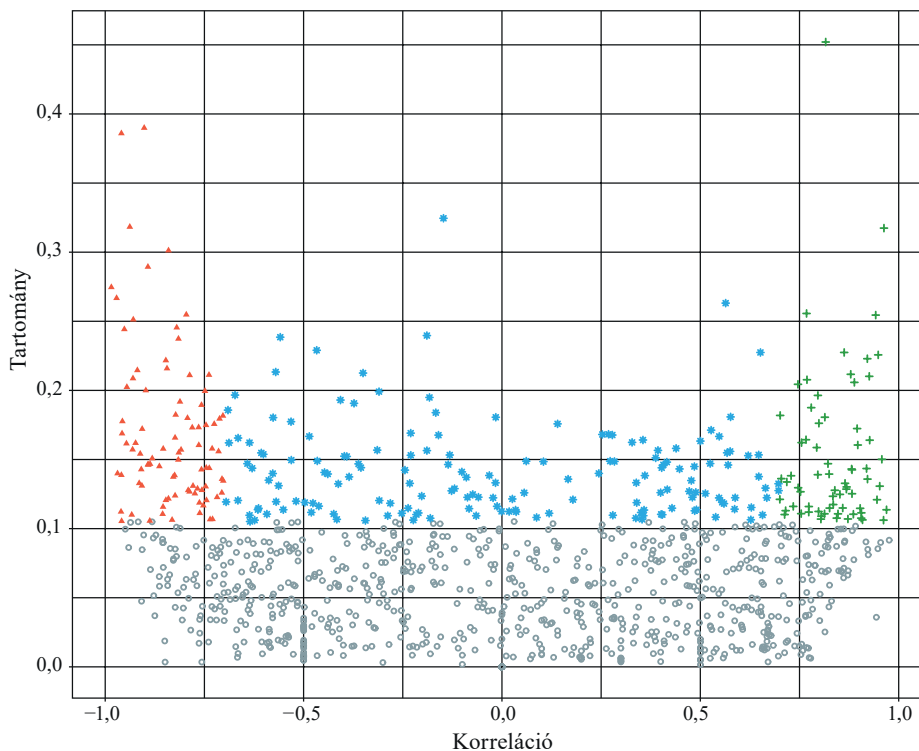
A mag felé való konvergálás vagy a magtól való divergálás mérésére két egyszerű mutatót alkalmaztam. Az egyik mutató az elmozdulás mértékét hivatott mérni. Mivel a magsági mutatók évente váltakoznak, és szigorú monoton növekedés vagy csökkenés csak nagyon ritka esetben figyelhető meg, ezért a maghoz való felzárkó-

zás vagy az attól távolodás mérésére adott mutató tartományát, vagyis a legnagyobb és legkisebb érték különbségét vizsgáltam meg a 11 év alatt. E mutató határozza meg adott régió legmagbélőbb és legperiferikusabb pozíciójának különbségét. Ha ez az érték magas, akkor a régió viszonylag nagy utat járt be a vizsgált periódus alatt.

A másik mérőszám alapja egy ideális és egy megfigyelt állapot közötti korrelációs mutató, ami Borgatti & Everett (2000) magsági felosztásra alkalmazott módszerének adaptációja. A szerzők szerint „[e]gy hálózat olyan mértékben mutat magperiféria felosztást, amekkora egy ideális struktúra és a megfigyelt adatok közötti korreláció mértéke” (Borgatti & Everett, 2000:379).

2. ábra

Az európai régiók megoszlása a két felzárkózást mérő mutató alapján



Megjegyzés: A szürke pontok jelölik a hálózat tartomány szerinti alsó három kvartilisébe tartozó régiókat. Pirossal a visszaeső, zölddel a felzárkózó régiókat jelöltem, a kék régiók magas tartománnyal rendelkeznek, de elmozdulásukat ingadozóként azonosítottam.

Forrás: Saját számítások.

Az idézett szerzők egy hálózatot akkor tekintenek erősebb centrum-periféria felosztású hálózatnak, ha minél erősebben korrelál a kapcsolati mátrixa egy kibővített Freeman-csillag típusú hálózatéval. Ezen analógia alapján a felzárkózás annál erősebb, minél magasabb a Pearson-féle korrelációs együttható az adott régió megfigyelt központiságértékei és egy ideális állapot között. Az ideális állapot minden régió esetében a teljes perifériától a teljes centrumbéli helyzetig való egyenletes ütemű felzárkózás. A tanulmányban azokkal a régiókkal foglalkozom, amelyek mérete a teljes hálózat felső negyedébe esik az egyes mutatók tekintetében. Ezeket a régiókat az ideális állapottal való korrelációjuk alapján soroltam be ingadozó, felzárkózó és visszaeső régió kategóriába az említett mutatók esetében. Felzárkózó és visszaeső régiók azok, amelyek abszolút értékben magas, legalább 0,7-es Pearson-féle korrelációs együtthatóval rendelkeznek, a felzárkózó régiók természetesen pozitív, míg a visszaesők a negatív tartományban (2. ábra).

Eredmények

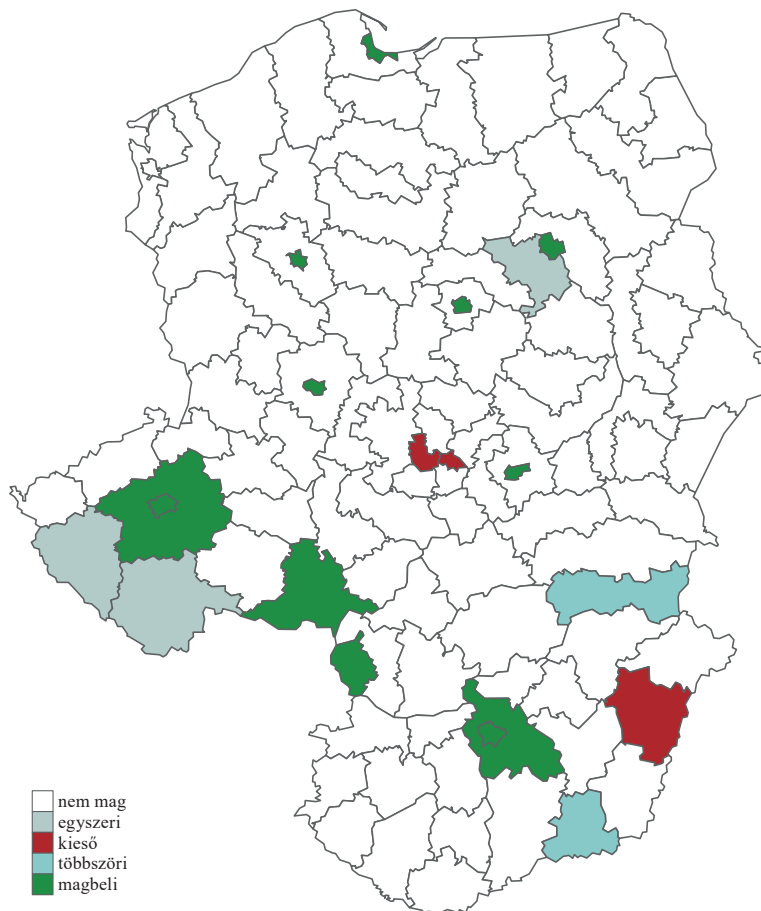
Magsági felosztás

A vázolt hat mutató közül érdemes kiemelni a magsági felosztás mutatóit, amelyek diszkrét típusúak, vagyis centrum és periféria kettőse oszttják a hálózatot. A súlyozott hálózat esetében e mutató alapján a visegrádi országok körében mindössze Budapest sorolható az európai magba, ez a régió is csak a 2005 és 2007 közötti hároméves intervallumban került ide. A mutatóról érdemes megemlíteni, hogy a teljes európai tudáshálózat szintjén is csak 14 régiónak sikerült a magba kerülnie, amelyek jellemzően fejlett, fővárosi régiók. A súlyozatlan, pusztán a kapcsolatok meglétét figyelembe vevő hálózat esetében már más a helyzet. Itt az 1365 régióból 322 olyan régió van, amely legalább 1 évben a magba sorolható. A visegrádi országok régióinak esetében az eredményeket a 3. ábra szemlélteti. Az elemzett térségben 12 olyan régió található, amely e mutató alapján mind a 11 évben a magba sorolható. Ezek a négy ország fővárosi régiói (Budapest, Pozsony, Prága és Varsó), valamint a lengyel városi NUTS3 régiók nagy része (Gdansk, Lodz, Boroszló [Wroclaw], Poznan és Krakkó régiói) mellett a Budapest és Prága vonzaskörzetének számító Pest megye és Közép-Csehország, valamint a Brno központú Dél-Morvaország régiója. Ezekon kívül a módszerrel súlyozatlan hálózat esetében még a magban két délnyugat-csehországi régió, valamint Varsó nyugati vonzaskörzete jelenik meg egy-egy évben.

Ennél többször, de megfigyelhető tendencia nélkül pedig Csongrád-Csanád megye, valamint a kassai régió azonosítható. Kiesőként azonosítható két sziléziai régió

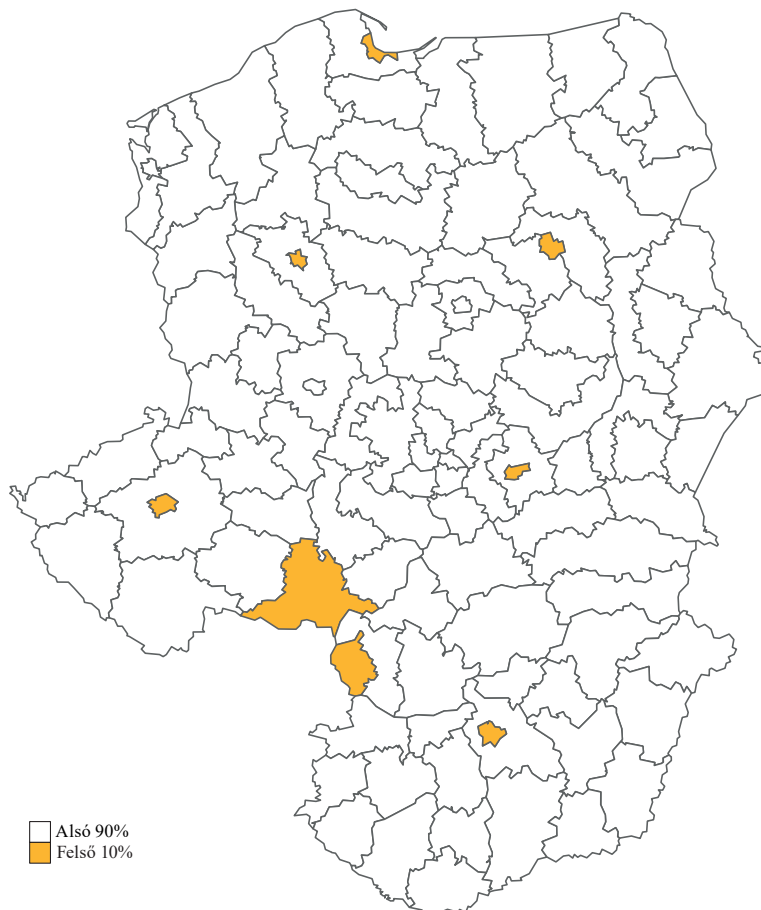
3. ábra

Magsági felosztás súlyozatlan hálózat esetében a visegrádi országok régióiban



Forrás: Saját számítások.

Alfa-magság: legjobb állapotukban az európai hálózat felső decilisébe tartozó visegrádi régiók



Forrás: Saját számítások.

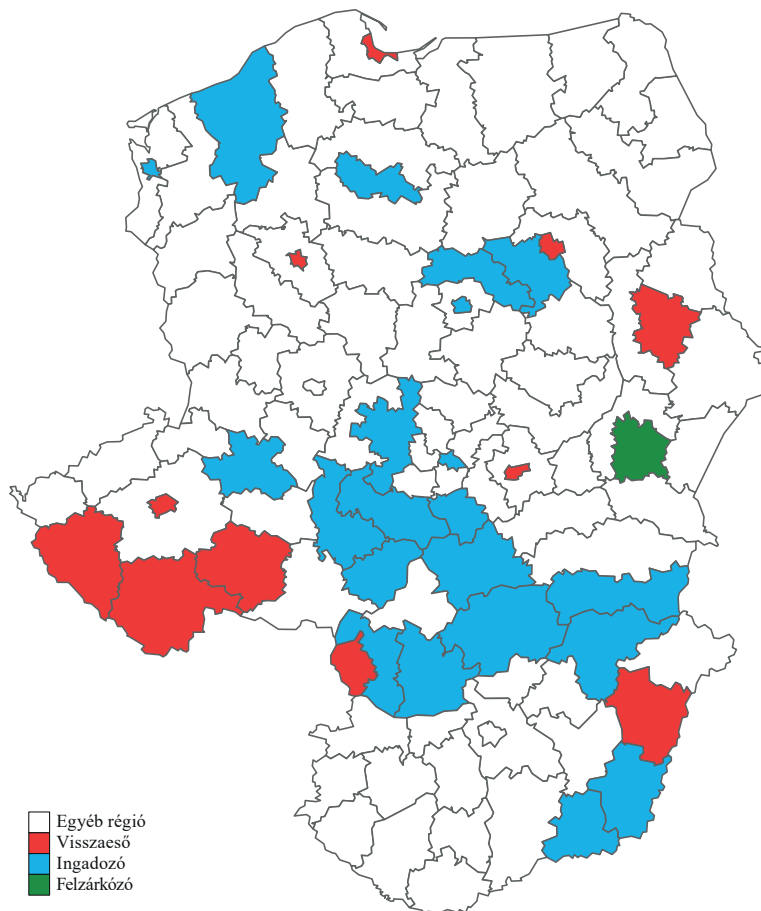
Lengyelországban, valamint Hajdú-Bihar megye. Ez a három régió 2004-től éveken keresztül a hálózat centrumához tartozott, azonban ezután változás következett be, ennek következtében már nem tudtak a hálózati periferiából kitörni.

A többi mutató, így az alfa-magság esetében már szofisztikáltabb kép alakul ki a régiók mozgásáról a 11 éves periódus alatt. A folytonos centrum-periféria felosztás miatt jobban azonosíthatók a felzárkózó, az ingadozó és a visszaeső régiók. Európai

uniós viszonylatban a felső decilisben szerepel a visegrádi országok régiói közül a négy fővárosi régió mellett három lengyel nagyváros (4. ábra), Krakkó, Poznan és Gdansk szűken vett régiója, valamint a Brno központú Dél-Morvaország régió.

5. ábra

Alfa-magság: felzárkózó, ingadozó és visszaeső régiók



Forrás: Saját számítások.

Az alfa-magsági mutató esetében relatíve sok, 33 vizsgált régió is a tudáshálózat legnagyobb alfa-magsági tartománnyal rendelkező negyedébe sorolható. E régiók

közül 21 ingadozó, vagyis az alfa-magság indikátor nem mutat erős növekvő vagy csökkenő trendet. További 11 régió visszaesőként és mindössze 1 régió felzárkózóként azonosítható (5. ábra). Ezek a régiók elszórta helyezkednek el a négy ország területén, azonban ide sorolható Szlovákia régióinak nagy része, Csehország régióinak pedig több mint a fele.

A visszaeső területek között található számos olyan régió, amely maximális magsága alapján a legjobban beágyazott 10 százalékba sorolható európai uniós szinten, és amelyek közül jó néhány fő- és nagyvárosi régió. Ezen túlmenően egyetlen erőteljesebb visszaeső terület figyelhető meg Csehország területén, Prágától délre. Ez alól kivétel a Prága vonzáskörzetének számító Közép-Csehország, ahol az alfa-magság értékének ingadozása is alacsony, és számos környező régiótól eltérően az elmozdulás trendje sem egyértelműen negatív. A visegrádi országok csoportjának egyetlen felzárkózó régiója Rzeszów, amelynek a teljes perifériáról sikerült valamelyest felzárkóznia. Ezzel a vizsgált időszak utolsó évében egészen a visegrádi régiók felső kvartiliséig emelkedett, a legjobban beágyazott nagyvárosi régiókat azonban nem közelítette meg.

K-mag

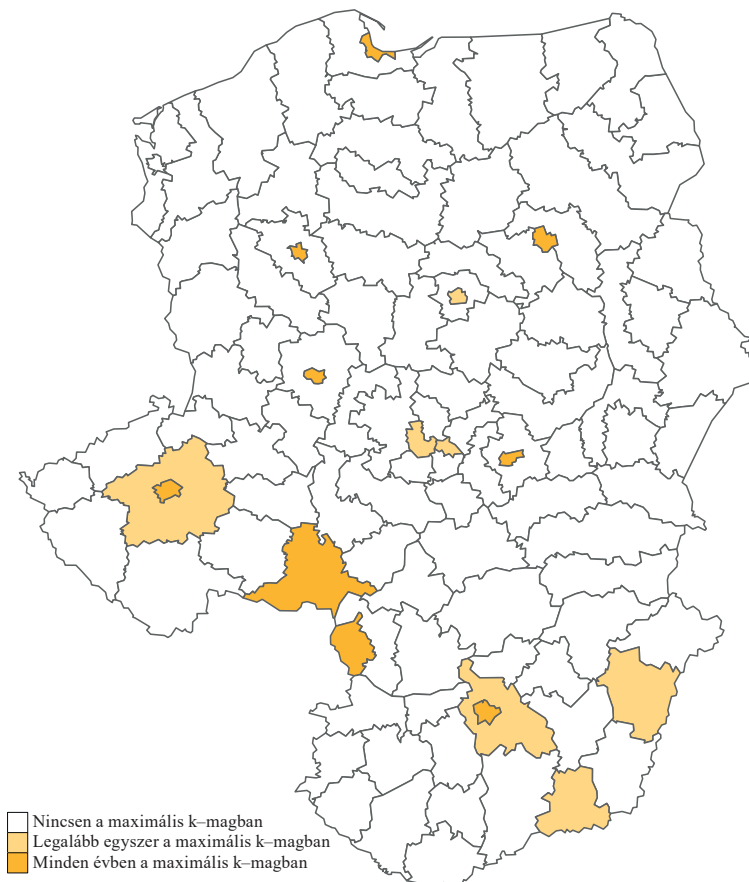
A k-mag esetében lényegesen kevesebb, 18 régió került be az európai uniós szinten legnagyobb változást elkönyvelt régiók közé. Ezek egyenlően oszlanak meg a felzárkózó, az ingadozó és a visszaeső kategóriák között. A korábbiakhoz hasonlóan a fővárosi és a lengyel nagyvárosi régiók a leginkább beágyazottak a tudáshálózatba, ami a k-mag esetében azt jelenti, hogy minden évben a legerősebb koherens részhálózatban, a legmagasabb k-magban foglalnak helyet. Ezen túlmenően a magyar és a cseh főváros vonzáskörzete, illetve néhány egyéb magyar és lengyel régió is megjelenik ezekben a részhálózatokban, azonban ezek jelenléte nem folyamatos (6. ábra).

A tizenegy éves időszakban a legnagyobb normalizált k-mag-tartománnyal rendelkező régiók azonban nem e régiók közül kerültek ki, ezek mindvégig alacsonyabb k-mag-szinten helyezkedtek el. Felzárkózni kizárólag két magyar, illetve négy lengyel régiónak sikerült. Igaz, a visszaeső régiók is ezeknek az országoknak a területéről kerültek ki rendre egy, illetve öt régióval (7. ábra). Ebben a vonatkozásban külön figyelmet érdemel két lengyel terület. Az egyik az alfa-magságnál is említett rzeszówi régió, amely szinte teljes perifériáról tudott felzárkózni a visegrádi régiók 31. percentilisére a vizsgált időszakban, amivel a régió európai uniós szinten is jelentős mértékben közeledett a hálózati maghoz. Ezzel azonban továbbra is inkább

a félperiférián foglal helyet. A másik kiemelendő régió a szintén lengyel Pulawy központú, amely a 108 régió közül a 2004. évi 48. helyről a 19. helyre zárkózott fel, megközelítve a magbéli régiók szintjét.

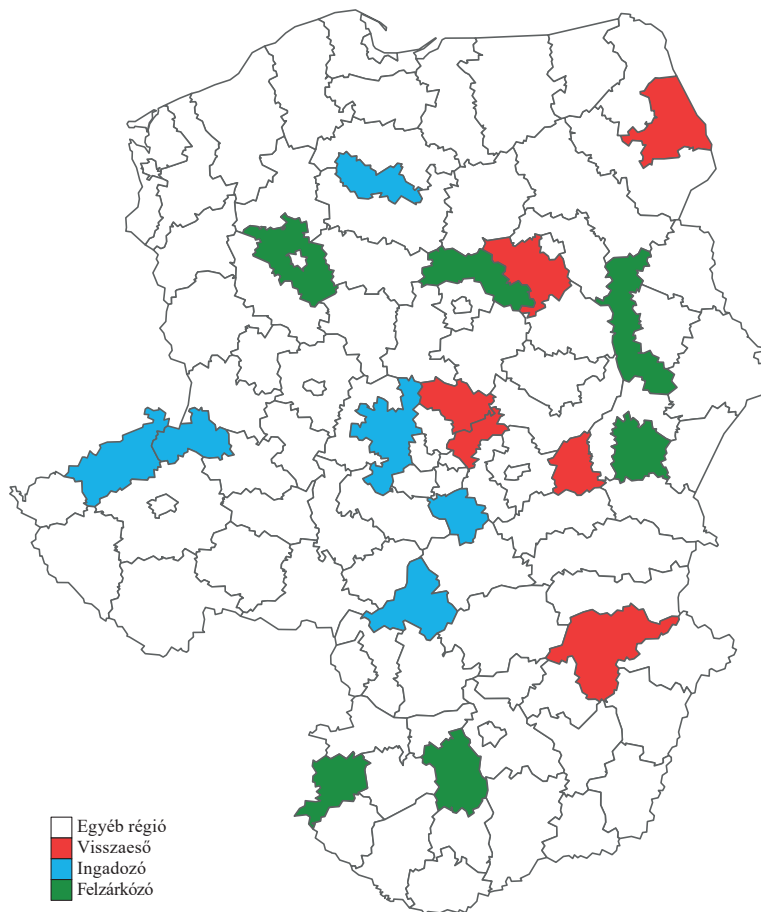
6. ábra

K-mag: A legmagasabb k-magot elérő visegrádi régiók



Forrás: Saját számítások.

K-mag: felzárkózó, ingadozó és visszaeső visegrádi régiók



Forrás: Saját számítások.

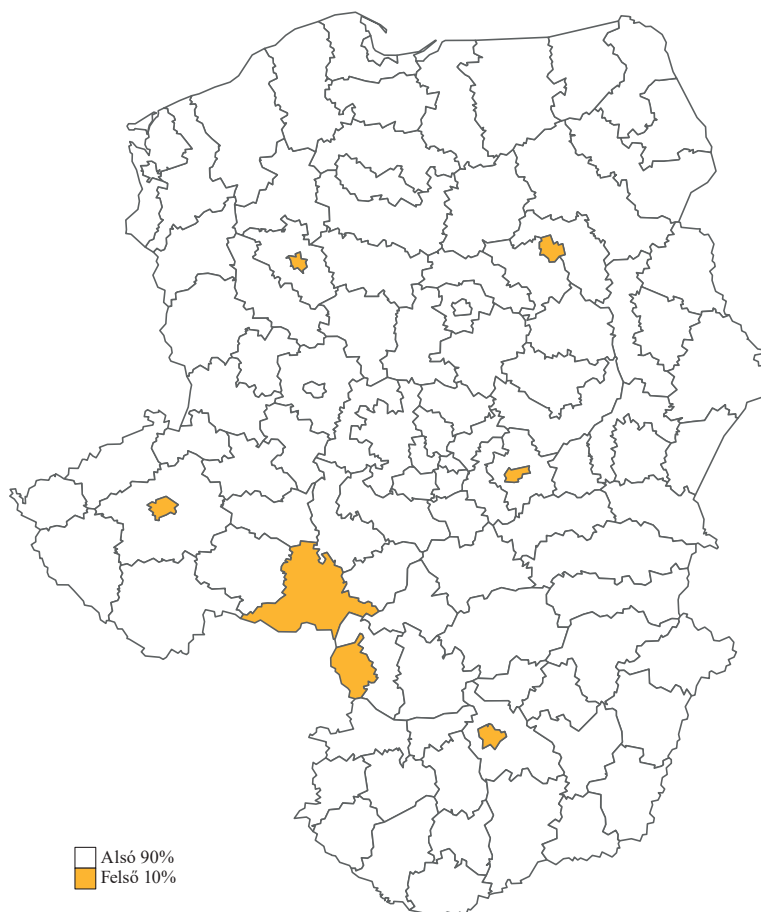
Súlyozott k-mag

A kapcsolati intenzitással, vagyis a közös projektek számával súlyozott k-magmutató alapján 22 nagy tartománnyal rendelkező régió rajzolódik ki. Ebből 7 ingadozó, 14 visszaeső és 1 a felzárkózó kategóriába sorolható. A 8. ábrán látható, hogy a korábbiakkal összhangban mindössze 7 régió található az európai uniós régiók legmagbélőbb 10 százalékában. Ezek közé a 4 fővárosi mellett a krakkói, a gdans-

ki és a Brno-központú Dél-Morvaország régió tartozik. Az eredmények alapján az ingadozó és visszaeső kategóriákban egyaránt azonosíthatók a korábban stabilan a magban helyet foglaló fő- és nagyvárosi régiók. A 14 visszaeső régió között található Budapest, Varsó, Krakkó, Lodz és Gdansk is a nagyvárosok közül. Ezenkívül Prága körül egy teljes Délnyugat-Csehországot érintő visszaeső terület figyelhető meg négy cseh NUTS3 régióval (9. ábra).

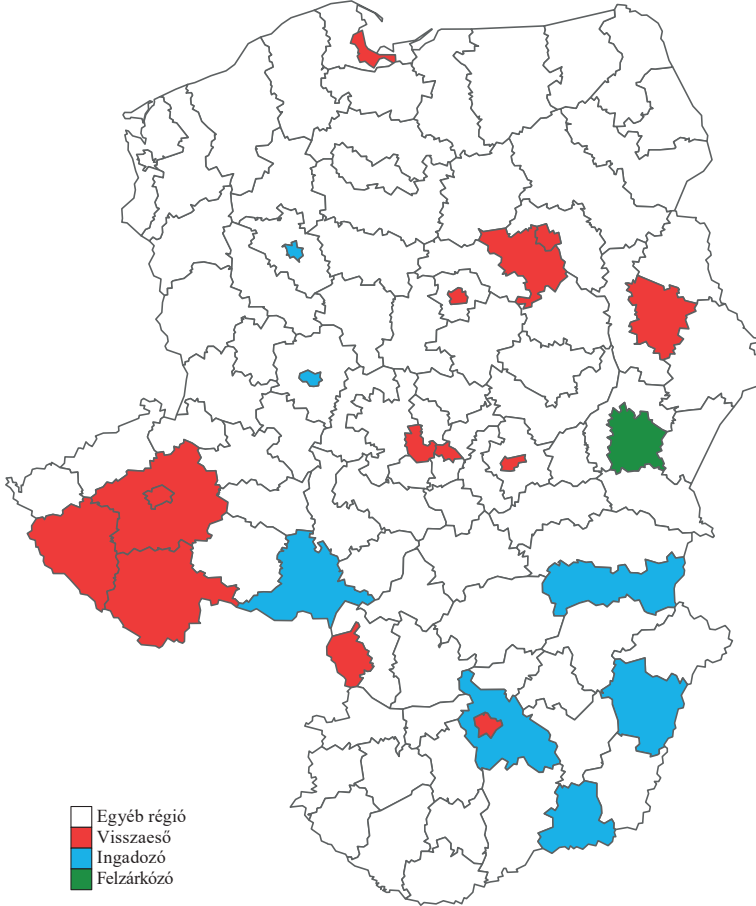
8. ábra

Súlyozott k-mag: a legjobb állapotukban az európai hálózat felső decilisébe tartozó visegrádi régiók



Forrás: Saját számítások.

Súlyozott k-mag: felzárkózó, ingadozó és visszaeső visegrádi régiók



Forrás: Saját számítások.

A súlyozott k-mag esetében a maghoz legközelebbi régiók visszaesésének mértéke is szembeűnő. A négy fővárosi régió (Budapest, Prága, Varsó és a pozsonyi régió) mellett Krakkó esetében is EU-szerte az egyik legnagyobb mértékű visszaesés figyelhető meg: a normalizált súlyozott k-mag értéke alapján mind az öt a 20 leginkább visszaeső NUTS3 régió között van. Mindennek ellenére még 2014-ben is ez az öt volt az európai uniós hálózatba legjobban beágyazott, a visegrádi országok csoportjába tartozó régió. Az európai uniós rangsorban a magsági mutató ilyen erő-

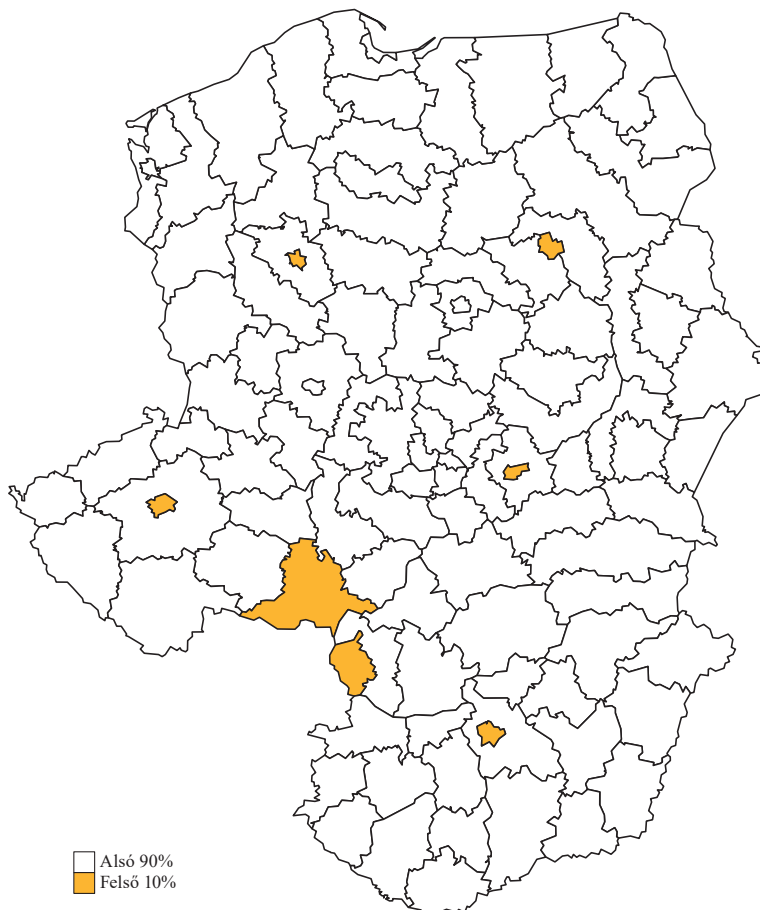
teljes visszaesésével a magyar, a lengyel és a cseh fővárosi régió a vizsgált időszak első felében regisztrált 13. és 15. hely közötti csúcstról 2014-ben rendre a 21., a 22. és a 30. helyre csúszott vissza. Érdemben a maghoz egyedül a rzeszowi régió közeledett, amely a többi mutató esetében is rendre a felzárkózó kategóriába sorolható volt, azonban ezzel a felzárkózással is csak a félperifériát érte el. Ezzel ugyan a régió legjobban beágyazott éveiben a visegrádi régiók első negyedébe is felzárkózott, de a korábban említett visszacsúszó lengyel nagyvárosok szintjét még ekkor sem közelítette meg.

Fokszámközpontiság

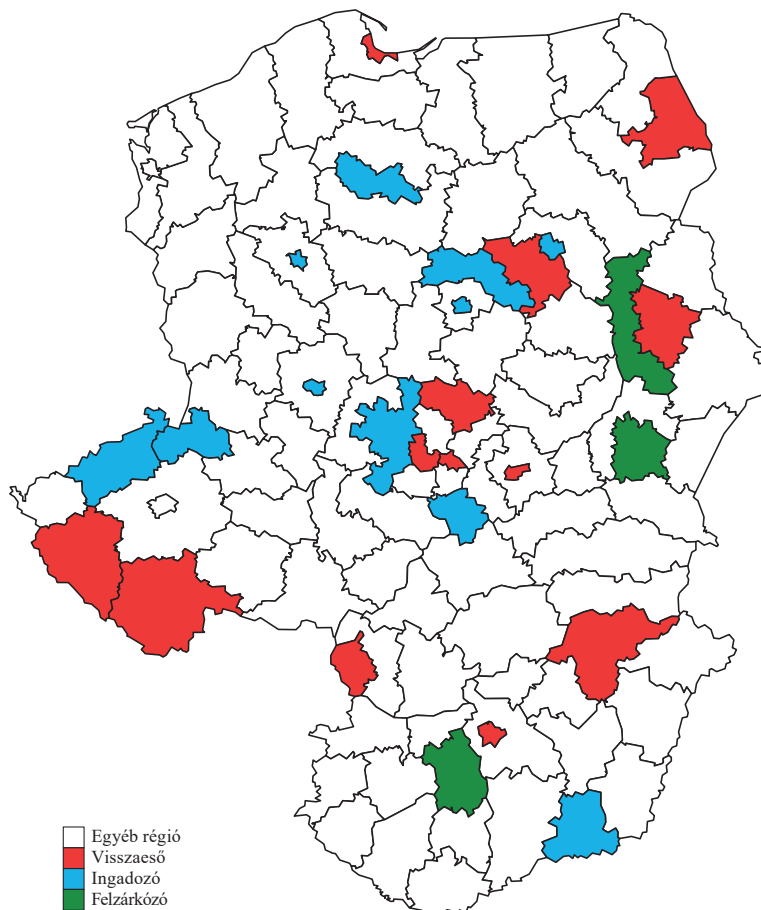
A fokszámközpontiság változása a régiók körében a k-magéhoz hasonlítható, de számos átfedés mellett eltérések is láthatók. A legjobban centrumban lévő régiók a többi mutatóhoz hasonlóan a fő- és nagyvárosi régiók (a négy főváros mellett a brnói régió, Krakkó és Poznan, lásd *10. ábra*).

A normalizált fokszámközpontiság esetében 27 régió tartománya esett az európai uniós hálózat felső 25 százalékába, 3 felzárkózó és 13 visszaeső régió mellett 11 ingadozót azonosítottam (*11. ábra*). A visszaeső régiók között vegyes a kép, megtalálhatók közöttük fővárosi régiók (Budapest, pozsonyi régió), nagyvárosok (Krakkó, Gdansk), de visszaesőként kategorizálandó Varsó nyugati vonzáskörzete és számos egyéb vidéki régió is. A lengyel nagyvárosok nagy része (Varsó, Lódz, Poznan, Boroszló) széles tartomány mellett az ingadozó kategóriába tartozik, mivel esetükben nem egyértelmű a visszaesés vagy a felzárkózás. A felzárkózás a rangsorokon is tükröződik. A Pulawy központú régió a visegrádi országok középmezőnyéből 2014-ben a 13. percentilisre zárkózott fel, míg Fejér megye és a rzeszówi régió a 72. és a 63. percentilisről lényeges előrelépéssel a 36. és a 32. percentilisbe lépett előre.

Fokszámközpontiság: a legjobb állapotukban az európai hálózat felső decilisébe tartozó visegrádi régiók



Forrás: Saját számítások.

Fokszámközpontiság: felzárkózó, ingadozó és visszaeső visegrádi régiók

Forrás: Saját számítások.

Diszkusszió

A szakirodalom korábbi eredményei arra utalnak, hogy bár az európai kutatási térség létrehozása döntéshozói szinten is kiemelt feladat, a kutatási tevékenységek harmonizációja empirikus bizonyítékok alapján még várat magára (Roediger-Schluga & Barber, 2008; Chessa et al., 2013). A szakirodalomban elérhető eredmények szerint ugyan tapasztalható javulás a tudáskonvergencia és a teljes tudáshálózati in-

tegráció felé, de ezek mértéke hagy kívánnivalót maga után (Amoroso et al., 2018; Scherngell & Lata, 2013; Roediger-Schluga & Barber, 2008).

Eredményeim a visegrádi régiók vonatkozásában megerősítik a szakirodalomban korábban feltárt (fő)városi és vidéki területek elkülönülését a hálózati beágyazottság vonatkozásában. A NUTS3 elemzési szint alapján Scherngell & Lata (2013) a fővárosi és más nagyvárosi régiók jobb hálózati betagozódására vonatkozó eredményeit alátámasztották az enyéim. A visegrádi országokra is érvényes, hogy ez a különbség folyamatosan csökken. Igaz, ennek oka inkább a nagyvárosi régiók enyhe kiszorulása a magból, mintsem a rurális területek intenzív hálózati felzárkózása.

Mindent egybevetve, bár valamekkora tudáskonvergencia felfedezhető a térség régióinak körében, az EKT megvalósulása még nagyon távolinak tűnik. Az országok szintjén megfigyelhető területi különbségek főként a keleti, 2004-ben vagy azután csatlakozott tagállamoknak hátrányosak (Fisch, 2014; Fisch, 2018). Hasonló megosztottság a közép- és kelet-európai tagállamokhoz tartozó visegrádi országok csoportján belül is fokozottan megjelenik. A 2004 és 2014 közötti évtizedben az elmaradott vidéki régiók kevés kivételtől eltekintve nem tagozódtak be a tudáshálózat sűrűn szőtt központjába. Ennek fő oka lehet, hogy a projektek elbírálásában a hangsúly a kohézióról a kiválóság felé tolódott el (Arnold et al., 2008). Mindezek következtében a kevésbé fejlett régiók a periférián rekedhetnek, ami jelentős előnyöktől zárhatja el őket, tovább monopolizálhatja a fejlettebb területeken lévő tudást (Bianchi et al., 2021), és lassíthatja a vidéki területek fejlettségbeli felzárkózását.

Technikai oldalról kutatásom eredményei – és azok sokszínűsége – megerősítik Kudic et al. (2015) érvelését is, amely szerint többféle centrum-periféria mutató elemzésére van szükség, mert a különböző mutatók által alkotott kép közel sem homogén. A k-mag-mutató alapján számos visszaeső és felzárkózó régió azonosítható, azonban ezek jellemzően középvárosi vagy vidékies régiók, jól beágyazott régiók körében jelentős elmozdulás nem figyelhető meg. Ezzel szemben a súlyozott k-mag esetében már alig található olyan nagyobb város, amely a 2004 és 2014 közötti időszakban ne szorult volna ki nagyobb mértékben a hálózat centrumából.

Eredményeim alapján tehát a felzárkózó régiókra általánosságban nem jellemző a centrumba való beépülés. E felzárkózó régiókra inkább jellemző egy erősen perifériás kiinduló pozíció, ahonnan még számottevő mértékű konvergencia után sem érték el a szóban forgó régiók a hálózat magját, hanem csak egy félperifériás szintre jutottak. Ezek a régiók elindultak ugyan egy olyan úton, amelyen a magági mutatóik lényegesen fejlődtek a vizsgált időszak elejéhez képest, azonban a magot jellemzően nem közelítették meg, utolérés, a magba való beágyazódás pedig egyik

ilyen esetben sem történt meg. A helyzetet tovább súlyosbítja, hogy e minimálisan is felzárkózni képes régiók nagyon alacsony számban vannak csak jelen a térségben.

Összefoglalás, következtetések

Az Európai Unióban kiemelt cél az európai kutatási térség létrehozása, ennek révén a tagállamok kutatási tevékenységének harmonizációja, illetve a tudásszintek közötti különbségek csökkentése. Tanulmányom újdonságértéke két tényezőhöz kapcsolódik. Az egyik az, hogy bár a korábbi kutatások nagyszámú faktor vizsgálatával elemezték az EKT-koncepció megvalósításának sikerességét, azonban a tudáshálózatok centrum-periféria felosztásával olyan mélyrehatóan nem foglalkoztak, mint ez a tanulmány. Másrészt kiemelendő a tanulmány elemzési szinttel kapcsolatos újdonságértéke. Kutatásomban a vizsgálat egységei a NUTS3 régiók, amelyek számos korábbi kutatás alapján relevánsabb területi egységek a gazdasági és innovációs folyamatok modellezésére, mint a gyakran használt nagyobb területi egységek, például a nagyregiók vagy az országok szintje.

Eredményeim alapján a visegrádi országok régióira jellemző egyfajta dualitás. A térség fővárosai és nagyvárosai erősen beágyazottak az európai tudáshálózatba, gyakran az európai élmezőnyben vagy annak közvetlen közelében foglalnak helyet. A hálózat időbeli alakulását vizsgálva azonban látható, hogy e régiók hálózati beágyazottsága az idő előrehaladtával jó esetben stagnál, de általában inkább csökken, különösen, ha a partnerrégiók száma mellett a kapcsolatok szorosságát is figyelembe vesszük. E nagyvárosi régiók nagy része ugyan kiszorulóban van a hálózati centrumból, illetve annak közeléből, azonban ennek ellenére is előkelőbb helyet foglalnak el, mint a térség többi régiója.

A tudásfelzárkózás a visegrádi országok körében nem, vagy csak nagyon korlátozottan figyelhető meg. Ennek fő oka a centrum mögé felzárkózni képes régiók alacsony száma. A visegrádi országokban még található olyan régiók, amelyek erősen perifériás helyzetből félperifériás pozícióba zárkóztak fel, azonban a centrumot ezeknek a régióknak sem sikerült megközelíteniük. A centrum-periféria pozícióban tehát megfigyelhető valamekkora közeledés a beágyazott és kevésbé beágyazott régiók között, ám ez inkább a központi régiók centrumtól való távolodásának tudható be, mint a perifériás régiók centrumba való intenzív beágyazódásának.

A visegrádi régiókról tehát elmondható, hogy a hálózat perifériájára szorult szereplők nem, vagy csak mérsékelten képesek olyan kutatás-fejlesztési kapcsolatok kialakítására, amelyek a hálózat magja felé irányítanak őket, miközben a jobb kez-

deti pozíciójú fővárosi és nagyvárosi régiók helyzete is romlóban van európai uniós szinten. A visszaesés fő oka lehet, hogy e terület szervezetei által végrehajtott közös K+F-projektekben gyengébb pozíciójú partnerekkel működnek együtt, mint nyugati versenytársaik. A hálózati magból való kiszorulás az ezekben a projektekben végrehajtott kutatási tevékenységek, az ezek által megszerezhető tudás minőségének romlásához vezethet. A városi és egyéb régiók közötti különbségek továbbra is jelentősek, a vidéki régiók tudáshálózatba való beágyazódásra, így az ezáltal nyújtott lehetőségek kiaknázására lényegesen kevésbé képesek.

A kutatásnak természetesen korlátai is vannak. Egyfelől korlát a földrajzi lehatárolás, a tanulmány kifejezetten a visegrádi országokra fókuszált, ezek kiterjesztésével szélesebb körű, általánosabb következtetések is levonhatók a hálózati beágyazottságról. Bár az EKT esetében a kutatás-fejlesztési együttműködések vizsgálata és különösen az FP együttműködéseiből származó adatok kifejezetten relevánsak, ezek az európai tudáshálózatoknak csak egy rétegét képezik. A kutatás a tudáshálózatok más rétegeire, például a szabadalmakra, a tudományos publikációkra és a munkaerő-áramlásra nem terjedt ki. A tanulmány korlátja még annak feltáró jellege. Tanulmányom nagy hangsúlyt fektetett a tudáshálózat centrum-periféria viszonyában a felzárkózó és leszakadó régiók azonosítására, azonban az okok feltárása nem képezte a tanulmány tárgyát.

A tanulmánnyal kapcsolatban számos további kutatási irány is kijelölhető. Egyfelől a korlátok leküzdése érdekében a jövőben érdemes lehet bővíteni a vizsgált földrajzi területet (európai uniós régiók összessége) és a kutatás szintjeit (más tudáshálózatok önálló vagy együttes elemzése). Másfelől további kutatásnak adhat alapot a felzárkózó régiók sikerességének elemzése: annak meghatározása, hogy milyen faktorok játszanak szerepet adott régiók centrumhoz való közelítésében, felzárkózásában. Utolsó kijelölt további kutatási irányom a centrum-periféria rendszerben való elmozdulás makrogazdasági hatásainak elemzése, vagyis a tudáshálózati beágyazottságaik nyomán a perifériáról a centrumba kerülő régiók milyen tágabban értelmezett hasznokat realizálhatnak.

Hivatkozások

- Ahuja, G., Polidoro Jr, F., & Mitchell, W. (2009). Structural homophily or social asymmetry? The formation of alliances by poorly embedded firms. *Strategic management journal*, 30(9), 941–958. <https://doi.org/10.1002/smj.774>
- Akçomak, S., Erdil, E., & Cetinkaya, U. Y. (2018). Knowledge convergence in European regions: Towards cohesion (No. 2018-027). *United Nations University-Maastricht Economic and Social*

- Research Institute on Innovation and Technology (MERIT). <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00754-5>
- Amoroso, S., Coad, A., & Grassano, N. (2018). European R&D networks: a snapshot from the 7th EU Framework Programme. *Economics of Innovation and New Technology*, 27(5–6), 404–419. <https://doi.org/10.1080/10438599.2017.1374037>
- Arnold, E., Åström, T., Boekholt, P., Brown, N., Good, B., Holmberg, R., Meijter, I., Mostert, B., & van der Veen, G. (2008). *Impacts of the Framework Programme in Sweden*. Stockholm: VINNOVA. https://www.researchgate.net/profile/Erik-Arnold/publication/308937508_926_Svimpact_as_published/links/57f8cd0508ae886b898430bc/926-Svimpact-as-published.pdf
- Balland, P. A., Boschma, R., & Ravet, J. (2019). Network dynamics in collaborative research in the EU, 2003–2017. *European Planning Studies*, 27(9), 1811–1837. <https://doi.org/10.1080/09654313.2019.1641187>
- Barabási, A. L., Jeong, H., Nédá, Z., Ravasz, E., Schubert, A., & Vicsek, T. (2002). Evolution of the social network of scientific collaborations. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*, 311(3–4), 590–614. [https://doi.org/10.1016/s0378-4371\(02\)00736-7](https://doi.org/10.1016/s0378-4371(02)00736-7)
- Bianchi, C., Galaso, P., & Palomeque, S. (2021). Patent collaboration networks in Latin America: Extra-regional orientation and core-periphery structure. *Journal of scientometric research*, 10(1s), s59–s70. <https://doi.org/10.5530/jscires.10.1s.22>
- Bilicz, D. (2021). A hálózatok és a kapcsolatok szerepe az innovációban és a tudás áramlásában: Szisztematikus szakirodalmi áttekintés. *Közgazdasági Szemle*, 68(6), 674–698. <https://doi.org/10.18414/ksz.2021.6.674>
- Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (2000). Models of core/periphery structures. *Social networks*, 21(4), 375–395. [https://doi.org/10.1016/s0378-8733\(99\)00019-2](https://doi.org/10.1016/s0378-8733(99)00019-2)
- Boschma, R. (2005). Proximity and innovation: a critical assessment. *Regional studies*, 39(1), 61–74. <https://doi.org/10.1080/0034340052000320887>
- Breschi, S., & Cusmano, L. (2006). Unveiling the texture of a European Research Area: emergence of oligarchic networks under EU Framework Programmes. In Caloghirou, Y. Constantelou, A., & Vonortas, N. (Eds.), *Knowledge flows in European industry*. (pp. 294–324). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203353936-26>
- Breschi, S., Cassi, L., Malerba, F., & Vonortas, N. S. (2009). Networked research: European policy intervention in ICTs. *Technology Analysis & Strategic Management*, 21(7), 833–857. <https://doi.org/10.1080/09537320903182314>
- Broekel, T. (2015). Do cooperative research and development (R&D) subsidies stimulate regional innovation efficiency? *Evidence from Germany*. *Regional studies*, 49(7), 1087–1110. <https://doi.org/10.1080/00343404.2013.812781>
- Chen, Z., & Guan, J. (2016). The core-peripheral structure of international knowledge flows: Evidence from patent citation data. *R&D Management*, 46(1), 62–79. <https://doi.org/10.1111/radm.12119>
- Chessa, A., Morescalchi, A., Pammolli, F., Penner, O., Petersen, A. M., & Riccaboni, M. (2013). Is Europe evolving toward an integrated research area? *Science*, 339(6120), 650–651. <https://doi.org/10.1126/science.1227970>
- Cooke, P., Uranga, M. G., & Etzebarria, G. (1998). Regional systems of innovation: an evolutionary perspective. *Environment and planning A*, 30(9), 1563–1584. <https://doi.org/10.1068/a301563>
- Cörvers, F., Hensen, M., & Bongaerts, D. (2009). Delimitation and coherence of functional and administrative regions. *Regional studies*, 43(1), 19–31. <https://doi.org/10.1080/00343400701654103>
- Della Rossa, F., Dercole, F., & Piccardi, C. (2013). Profiling core-periphery network structure by random walkers. *Scientific reports*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/srep01467>
- Doreian, P., & Woodard, K. L. (1994). Defining and locating cores and boundaries of social networks. *Social networks*, 16(4), 267–293. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(94\)90013-2](https://doi.org/10.1016/0378-8733(94)90013-2)

- 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*, (2021) 1–25. <https://doi.org/10.1007/s13132-021-00754-5>
- Európa Tanács (2019a). *ERA Progress Report 2018 – The European Research Area: advancing together the Europe of research and innovation*. Publications Office of the European Union. https://era.gv.at/public/documents/3754/Final_ERA_Progress_Report__after_ISC___formatted.pdf
- Európa Tanács (2019b). *ERA Progress Report 2018 – Data gathering and information for the 2018 ERA monitoring – Technical Report*. Publications Office of the European Union. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/era/era_progress_report_2018-technical.pdf
- Fisch, P. (2014). *A first look at monetary (re-)distribution effects of Framework Programme 7*. Think Pieces, 3. <https://www.peter-fisch.eu/european-research-policy/think-pieces/3-2014-distribution-effects/>
- Fisch, P. (2018). *Monetary distribution effects of Horizon 2020 (up to mid-2018): Some remarkable developments*. Think Pieces, 2. <https://www.peter-fisch.eu/european-research-policy/think-pieces/2-2018-distribution-2018/>
- 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*, 90(2), 395–418. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2011.00361.x>
- Gilsing, V., Nootboom, B., Vanhaverbeke, W., Duysters, G., & Van Den Oord, A. (2008). Network embeddedness and the exploration of novel technologies: Technological distance, betweenness centrality and density. *Research Policy*, 37(10), 1717–1731. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.08.010>
- Grillitsch, M., & Nilsson, M. (2015). Innovation in peripheral regions: Do collaborations compensate for a lack of local knowledge spillovers? *The Annals of Regional Science*, 54(1), 299–321. <https://doi.org/10.1007/s00168-014-0655-8>
- Hagedoorn, J., & Duysters, G. (2002). Learning in dynamic inter-firm networks: The efficacy of multiple contacts. *Organization studies*, 23(4), 525–548. <https://doi.org/10.1177/0170840602234002>
- Hanaki, N., Nakajima, R., & Ogura, Y. (2010). The dynamics of R&D network in the IT industry. *Research policy*, 39(3), 386–399. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2010.01.001>
- Heller-Schuh, B., Barber, M., Henriques, L., Paier, M., Pontikakis, D., Scherngell, T., & Weber, M. (2011). *Analysis of Networks in European Framework Programmes (1984–2006)*. Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC63467>
- 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*, 13(1), 23–52. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbs011>
- Holme, P. (2005). Core-periphery organization of complex networks. *Physical Review E*, 72(4), 046111. <https://doi.org/10.1103/physreve.72.046111>
- Johansson, B., Quigley, J. M. (2004). Agglomeration and networks in spatial economies. In R. J. G. M. Florax, & D. A. Plane, (Eds.) *Fifty Years of Regional Science. Advances in Spatial Science*. Springer, Berlin, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-07223-3_7
- Katz, J. S., & Martin, B. R. (1997). What is research collaboration? *Research policy*, 26(1), 1–18. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(96\)00917-1](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(96)00917-1)
- Kincses, Á. & Rédei, M. (2010). Centrum-periféria kérdések a nemzetközi migrációban. *Tér és Társadalom*, 24(4), 301–310. <https://doi.org/10.17649/tet.24.4.1805>
- Kroll, H. (2009). *Spillovers and proximity in perspective: A network approach to improving the operationalisation of proximity* (No. R2/2009). Arbeitspapiere Unternehmen und Region. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/29300/1/605180962.pdf>
- Kudic, M., Ehrenfeld, W., & Pusch, T. (2015). On the trail of core–periphery patterns in innovation networks: measurements and new empirical findings from the German laser industry. *The Annals of Regional Science*, 55(1), 187–220. <https://doi.org/10.1007/s00168-015-0679-8>

- Maggioni, M. A., Nosvelli, M., & Uberti, T. E. (2007). Space versus networks in the geography of innovation: A European analysis. *Papers in Regional Science*, 86(3), 471–493. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2007.00130.x>
- Maggioni, M. A., Uberti, T. E., & Usai, S. (2011). Treating patents as relational data: knowledge transfers and spillovers across Italian provinces. *Industry and Innovation*, 18(1), 39–67. <https://doi.org/10.1080/13662716.2010.528928>
- Molnár, L. (2020). A hálózatelemzés alapfogalmai – gráfok, centralitás, szomszédosság, hidak és a kis világ. In Sasvári P. (Ed.): *Rendszerelmélet*. Budapest, Dialóg Campus. (pp. 123–140). <https://doi.org/10.36250/00734.07>
- Newman, M. E. (2004). Coauthorship networks and patterns of scientific collaboration. *Proceedings of the national academy of sciences*, 101(suppl 1), 5200–5205. <https://doi.org/10.1073/pnas.0307545100>
- Pálóczi, G. (2016). A munkaerőpiaci ingázás vizsgálati lehetőségei komplex hálózatelemzéssel. *Területi Statisztika*, 56(2): 118–138; <https://doi.org/10.15196/ts560202>
- Pyka, A., Gilbert, N., & Ahrweiler, P. (2007). Simulating knowledge-generation and distribution processes in innovation collaborations and networks. *Cybernetics and Systems: An International Journal*, 38(7), 667–693. <https://doi.org/10.1080/01969720701534059>
- Rank, C., Rank, O., & Wald, A. (2006). Integrated versus core-periphery structures in regional biotechnology networks. *European Management Journal*, 24(1), 73–85. <https://doi.org/10.1016/j.emj.2005.12.009>
- Reillon, V. (2016). *The European Research Area, Evolving Concept, Implementation Challenges*. European Parliamentary Research Service (EPRS). [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2016/579097/EPRS_IDA\(2016\)579097_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2016/579097/EPRS_IDA(2016)579097_EN.pdf)
- Reillon, V. (2017). *EU framework programmes for research and innovation. Evolution and key data from FPI to Horizon 2020 in View of FP9*. European Parliament, Brussels. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/608697/EPRS_IDA\(2017\)608697_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2017/608697/EPRS_IDA(2017)608697_EN.pdf)
- 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*, 4(3-4), 321–347. <https://doi.org/10.1504/ijfip.2008.017583>
- 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*, 92(3), 555–577. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5957.2012.00419.x>
- Sebestyén, T., & Varga, A. (2013). Research productivity and the quality of interregional knowledge networks. *The Annals of Regional Science*, 51(1), 155–189. <https://doi.org/10.1007/s00168-012-0545-x>
- Seidman, S. B. (1983). Network structure and minimum degree. *Social networks*, 5(3), 269–287. [https://doi.org/10.1016/0378-8733\(83\)90028-x](https://doi.org/10.1016/0378-8733(83)90028-x)
- Shi, Y., & Guan, J. (2016). Small-world network effects on innovation: Evidences from nanotechnology patenting. *Journal of Nanoparticle Research*, 18(11), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s11051-016-3637-1>
- Soh, P. H. (2003). The role of networking alliances in information acquisition and its implications for new product performance. *Journal of business venturing*, 18(6), 727–744. [https://doi.org/10.1016/s0883-9026\(03\)00026-0](https://doi.org/10.1016/s0883-9026(03)00026-0)
- Varga, A., & Sebestyén, T. (2017). Does EU Framework Program participation affect regional innovation? The differentiating role of economic development. *International Regional Science Review*, 40(4), 405–439. <https://doi.org/10.1177/0160017616642821>
- Wallerstein, I. (1991). *Geopolitics and Geoculture: Essays on the Changing World-System*. Cambridge University Press, Cambridge https://books.google.hu/books/about/Geopolitics_and_Geoculture.html?id=4FrRcBEoLHcC&redir_esc=y
- Whittington, K. B., Owen-Smith, J., & Powell, W. W. (2009). Networks, propinquity, and innovation in knowledge-intensive industries. *Administrative science quarterly*, 54(1), 90–122. <https://doi.org/10.2189/asqu.2009.54.1.90>