

Az LI70 hipotézis: Becsülhető-e előre a tudományos siker változó témák esetén?

Lengyel Balázs* –Vida Zsófia**

A tudományos teljesítmény számszerűsítése nehéz feladat, hiszen a tartalom nem, mindössze annak fogadtatása fejezhető ki számokban. Elfogadott nézet, hogy bár a tudományos közösség hivatkozásaival mért siker az innovációk térbeli és hálózati terjedésének törvényszerűségeit követik, nem lehet előre jelezni, hogy a tudós életpályáján mely művek bírnak majd a legnagyobb hatással. A probléma egyik eddig megválaszolatlan kérdése, hogy a jelenséghez miként járul hozzá a tudományos érdeklődés átrendeződése a karrier során.

A fejezetben Lengyel Imre publikációs adatait elemezzük, különös tekintettel a munkásságának főbb területeire. A témák közötti időbeli átrendeződést találunk, a regionális gazdaságtan és versenyképesség publikációk száma az évtizedek alatt megnőtt a regionális gazdaságfejlesztés cikkekhez képest. Bemutatjuk, hogy Lengyel Imre társszerzői hálózata lefedi a regionális tudományi nagy hazai műhelyeit, ami szintén tetten érhető a publikációkra történő hivatkozások számában és tematikájában. Az innováció terjedésének Bass modelljét használva viszont az előrejelzések szisztematikus hibáját találjuk. A regionális gazdaságtan és versenyképesség tanulmányok hatását alul, a regionális gazdaságfejlesztés publikációk hatását viszont felül becsli a modell. Az eredmények arra engednek következtetni, hogy még a tudományos közösségek meghatározó alakjainak hatását is nehéz előre megjósolni, ha a témák időben változnak.

1. Bevezetés

Tudományos felfedezések előrejelzése olyan központi kérdés, mely láthatatlanul érinti mindennapjainkat, hiszen a tudományos áttörések várható időpontjainak ismeretében az innovációk bevezetése is tervezhetőbbé válik (Clauset et al. 2017). Habár a sikeres publikációk egymást gyorsan követik a karrier során (Liu et al. 2018), az igazán átütő tudományos siker várható időpontja kevéssé jósolható. Például a Nobel díjjal jutalmazott tudósok karrierjére időben visszatekintve sem

* Lengyel Balázs, kutatócsoport vezető, ANETI Lab, HUN-REN Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont és Corvinus Institute for Advanced Studies & tudományos főmunkatárs, HUN-REN Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont & kutatóprofesszor, Budapesti Corvinus Egyetem, Adatelemzés és Információs Rendszerek Intézet

** Vida Zsófia, ügyvivő szakértő, Magyar Tudományos Akadémia, Könyvtár és Információs Központ, Tudománypolitikai és Tudományelemzési Osztály

lehet statisztikai módszerekkel megjósolni, hogy az életpályájuk mely szakaszában érik el a díjazott áttörést (Sinatra et al. 2016).

Az előrejelzések nehézségei mögött a tudományos értékteremtés számos jellemzője közül a földrajzi elhelyezkedést és terjedés, illetve a kapcsolathálózatok hatása emelhető ki. Az innováció földrajzi terjedésének régre visszanyúló irodalmából tudjuk, hogy az innováció létrejöttének helyszínéhez való közelség növeli az adoptálás valószínűségét (Haegerstrand 1968). A regionális tudományban azóta közismertté vált, hogy a szabadalmakat rendszerint többen hivatkozzák a publikáció helyszínéhez közel (Jaffe et al. 1993, Anselin et al. 1997). A tudományos cikkekre való hivatkozások szintén koncentrálnak a térben (Pan et al. 2012), ami legfőképpen az intézményen belülről érkező hivatkozásoknak (Wuestman et al. 2019), és a társszerzői hálózatban közel lévő kollégák hivatkozásainak tudható be (Martin et al. 2013, McCarthy et al. 2013).

Az innovációk terjedésének egyik legismertebb modellje a Bass modell, ami az adaptálás kumulatív folyamatát írja le (Bass 1969), és regresszióval becsülhető paramétereinek segítségével az innováció terjedés előrejelzésére is alkalmas. A modell alkalmazható hálózatokra is, ugyanakkor nem képes kezelni a hálózatok földrajzi beágyazottságát (Lengyel et al. 2020). A modell alkalmazhatóságával kapcsolatban nyitott kérdés még, hogy a citációk kumulatív növekedésének becsülhetőségét hogyan befolyásolja az, hogy a karrier során a kutatók gyakran váltanak témákat, illetve növelik aktivitásukat egyik és csökkentik a publikációk számát a másik témában (Singh et al. 2024).

A kérdés megválaszolására Lengyel Imre publikációs adatait vizsgáljuk a fejezet további részeiben. Lengyel Imre a magyar regionális tudomány egyik központi alakja, társszerzői hálózata magában foglalja az ország jelentős regionális tudományi műhelyeit. Habár Lengyel Imrét nem random módon választottuk ki az elemzésre, a Bass modell előrejelző-képességét tudjuk a példáján tesztelni, mivel a kutatott témái között a súlyok úgy változtak az elmúlt évtizedekben, hogy a leghivatkozottabb munkái a három általunk azonosított legnagyobb területen (regionális gazdaságtan, regionális gazdaságfejlesztés, regionális versenyképesség) nagyjából azonos időszakban íródtak.

Az eredményeink azt mutatják, hogy a karrier korai szakaszában művelt területeken a modell a hivatkozások növekedését túlbecsüli, míg a későbbi tudományos érdeklődés témáiban alul becsül a modell. A mintázatok segítségével a tudományos hatás előre jelzésének új hipotézisét állítjuk fel, melyet LI70 hipotézisnek nevezünk el, Lengyel Imre 70. születésnapjának tiszteletére.

2. Lengyel Imre a hazai regionális tudományban

A Magyar Tudományos Akadémia Könyvtár és Információs Központ munkatársaival segítségével letöltöttük Lengyel Imre összes publikációjának (összesen 289 publikáció) adatait, majd ezt megismételtük Lengyel Imre összes társszerzőjére (összesen 3339 publikáció), ami a társszerzők közötti kapcsolatok feltérképezéséhez szükséges. A tanulmányokat ezután szűkítettük a tudományos publikációkra, melyből Lengyel Imrének 214 db volt, a társszerzőivel kiegészítve pedig 2893 publikációt találtunk. A közlemények adatai között a szerzők neve és azonosítója, a tanulmány címe, a közlés éve, a közleményre 2024. áprilisig érkezett összes és független hivatkozások száma, a közlemény típusa és nyelve szerepelt. Sajnos a közlemények lelőhelyének adatai csak nagyon hiányosan álltak rendelkezésre, így az elemzéshez nem voltak használhatóak.

A következő lépésben azokat a közleményeket töltöttük le, amelyek Lengyel Imre publikációit hivatkozzák. A hivatkozó tanulmányok szerzőinek neve, azonosítója, valamint affiliációja, a tanulmányok címe, közlési éve és besorolása állt rendelkezésre. Az affiliációs adatok alapján egyesével határoztuk meg a szerzők munkahelyének városát, ami több telephellyel rendelkező kutatóhelyek (pl. a HUN-REN KRTK Regionális Kutatások Intézete) miatt volt szükséges.

Az elemzés első lépésében Lengyel Imre tanulmányainak címét használtuk. A 214 tanulmányból összesen 152 db volt magyar nyelvű, 60 db angol nyelvű, 1 db olasz és 1 db orosz nyelvű. Annak érdekében, hogy ezeket a tanulmányokat egységesen tudjuk kezelni Lengyel Imre munkásságának összefoglalásához, minden idegen nyelvű publikáció címét magyarra fordítottuk a DeepL alkalmazás segítségével. Az egységes nyelvű tanulmány címekből nyert korpuszból szöveg-bányászati technikával kinyertük a 100 leggyakrabban előforduló szót. Ezekből a kötőszavak eltávolítása után szófelhőt rajzoltunk (1. ábra).

A Lengyel Imre tanulmányainak címében előforduló szavak, nem meglepő módon, a regionális tudományban aktív tudós képét rajzolják elénk (Lengyel 2010). Egy olyan tudós képét, aki a hazai és a Kelet-európai régiók gazdasági fejlődésének törvényszerűségeit kutatja, azt keresi, hogyan kell kihasználni a régiók lehetőségeit és növelni a versenyképességüket. A címekből olyan tudós rajzolódik ki, aki különös figyelmet fordít a régiók sajátosságaira, a poszt szocialista átmenet kihívásaira, a térségek fontos iparágainak lehetőségeire, lemaradására. Előszóval vizsgálja azokat a térségeket, ahol él, ugyanakkor alkalmazza a regionális tudomány legfontosabb koncepcióit, mint az iparági klaszterek, intelligens szakosodás, újraiparosodás és a közelség dimenziói.

I. ábra: Lengyel Imre munkásságának szófelhője



Megjegyzés: A szófelhő az MTMT-ben található tudományos publikációk címeiből készült. A szavak mérete arányos a címekben való előfordulásuk számával.

Forrás: saját szerkesztés

Az elemzésünk egyik központi eleme, hogy a címek alapján meghatározzuk Lengyel Imre munkásságának fontos témáit. Az adatok jellegéből adódóan ezt csak egyedi besorolással tudtuk megtenni¹.

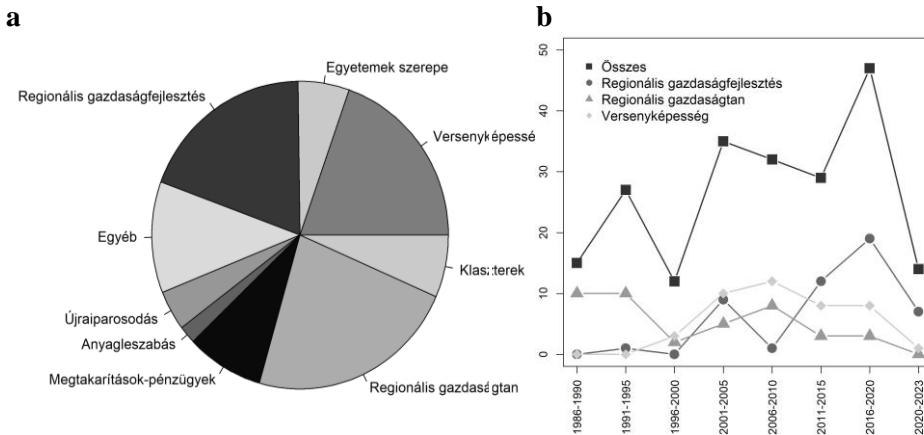
¹ A címek témákká csoportosítását igyekeztünk algoritmikus úton is elvégezni. A címekből szavakat tartalmazó vektorokat képeztünk, amelyek közül a hasonlókat hierarchikus klaszterezéssel csoportokba lehet összevonni. Egy alternatív módszer szerint a címek között hálózat képezhető, melyben az élek súlya – a címek közötti koszinusz hasonlóság – a címek klaszterezése során figyelembe vehető. Sajnos ezek a próbálkozásaink nem jártak sikerrel, valószínűleg azért, mert ezek a technikák hosszabb és több szöveget, illetve publikációs mintát igényelnek, mint amik az említett címekben voltak. A hasonlósági alapon szerveződő hálózati témadetekciós eljárashoz jellemzően legalább két nagyságrenddel több publikáció adja a kiinduló mintát.

A tanulmányokat a címeik alapján meghatározott témák szerint csoportosítva nem tudunk átfedésmentes kategóriákat kialakítani (2.a ábra). Az egyik ilyen önálló kategória az “Anyagleszabás”, amellyel Lengyel Imre a pályája elején foglalkozott, és ami jelentősen eltér a későbbi érdeklődésétől. Később, az MTA Regionális Kutatások Központjában a lakosság eladósodásával, megtakarításaival és a bankhálózat átalakulása érdekelte, az ehhez kapcsolódó publikációit a “Megtakarítások-pénzügyek” kategóriába soroltuk. A “Regionális gazdaságfejlesztés” az egyik nagy kategória, ami a települések és térségek fejlesztési stratégiáival, lehetőségeivel foglalkozó tanulmányokat tartalmazza. A “Klaszterek” szorosán összefügg ezzel a kategóriával, hiszen az iparági klaszterek ösztönzése a gazdaságfejlesztés fontos eleme, de ezeket a publikációkat külön kezeljük, hiszen Lengyel Imre jelentős szerepet vállalt a fogalom hazai bevezetésében és gazdaságfejlesztési alkalmazásában. Hasonlóképpen nagy szerepe volt Lengyel Imrének a “Versenyképesség” fogalomrendszer hazai bevezetésében, azonban a regionális versenyképesség területén ennél jóval többet tett, hiszen nemzetközi szinten is jelentős újításokat vezetett be, melyeket a kötet több fejezetébe is részletesen tárgyal. Az “Egyetemek szerepe” kategória tartalmazza a felsőoktatási intézmények gazdaságfejlesztésben betöltött funkcióit, és Lengyel Imre azon hiánypótló munkáit, amik a hazai közgazdasági felsőoktatás helyzetét tárták fel. A “Regionális gazdaságtan” kategória tartalmazza a gazdasági növekedés, konvergencia, intelligens szakosodás empirikus elemzésével foglalkozó tanulmányokat, és a regionális gazdaságtan elméleteit rendszerező munkákat. Az “Újraiparosodás” kategóriát szintén külön kezeljük.

A publikációk időbeli dinamikáját 5 éves periódusokban vizsgáljuk (2.b ábra). A közlemények számának kezdeti növekedése után szembeötlő a megtorpanás 1996 és 2000 között, ami mögött talán az SZTE GTK új tanszékének alapításával járó kihívások és teendők állhattak. Érdemes megfigyelni, hogy a 2000-es évek elején ugrásszerűen megnő a versenyképességgel foglalkozó tanulmányok száma, míg az egyéb gazdaságfejlesztéssel foglalkozó közlemények száma ezek mögé szorul. A regionális gazdaságtan tematikájú írások egy 2000-es évek eleji kiugrás után leginkább 2011-től szaporodnak meg, és válnak Lengyel Imre munkáinak elsődleges terepévé. A három legnagyobb kategóriába tartozó tanulmányokkal részletesen foglalkozunk a fejezet későbbi részeiben.

A Lengyel Imrétől legfeljebb két lépésre lévő szerzőket a közelség centralitásuk alapján szűrtük (0,29-es küszöb). A pontok elhelyezkedését a Yifan-Hu algoritmus optimalizálta, a pontok mérete a közelség centralitásukkal, az élek vastagsága a közös cikkek számával arányos.

2. ábra: Lengyel Imre munkássága tematikus bontásban



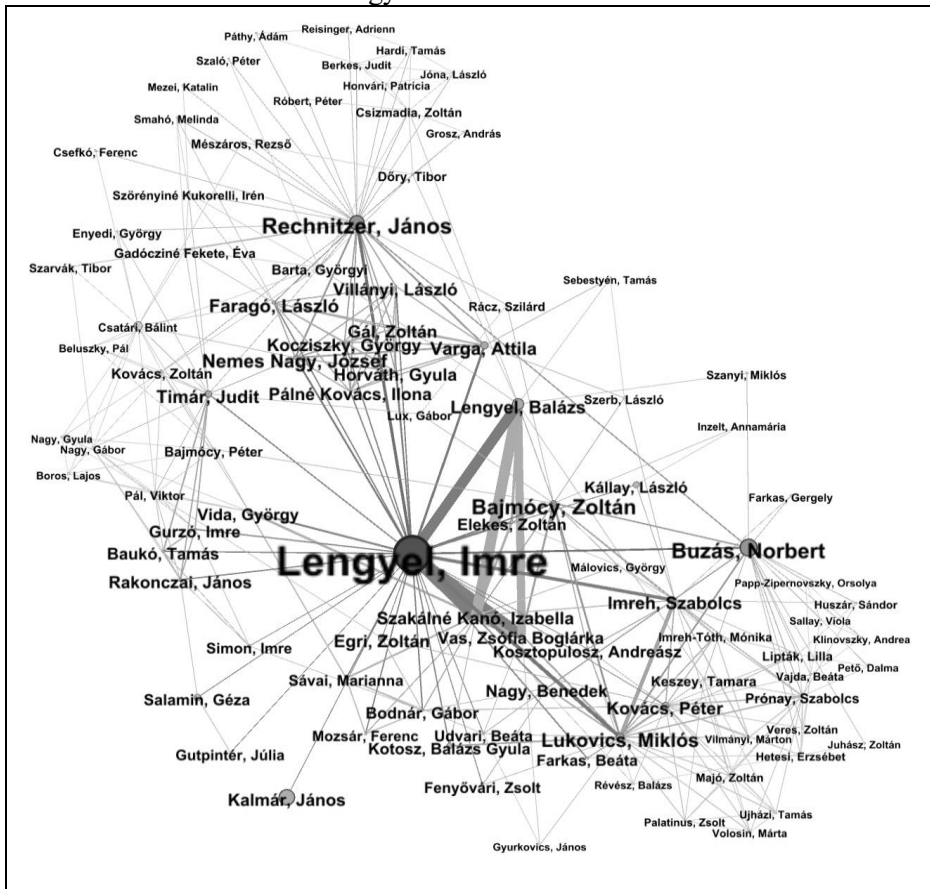
Megjegyzés: (a) A tudományos publikációk címei alapján kézzel határoztuk meg, hogy az adott cikk leginkább milyen nagy témába sorolható. (b) A három legnagyobb téma alá tartozó publikációk száma öt éves időszakokra bontva.

Forrás: saját szerkesztés

A regionális tudomány központi témáihoz való kapcsolódás mellett Lengyel Imre szorosan kapcsolódik a hazai regionális tudományt művelők közösségéhez. Ezt kiválóan illusztrálja a társszerzői hálózata, melyben a Lengyel Imrével közösen publikáló szerzők, és az ő társszerzőik szerepelnek (3. ábra).

Ezen a statikus ábrán egymáshoz közel láthatóak azok a szerzők, akik publikáltak együtt, és a pontok méretét az határozza meg, hogy a hálózatban átlagosan milyen messze található mindenki mástól. Az élék vastagsága a közös publikációk számát jelöli. A hálózat középpontjában Lengyel Imre van, ami nem meglepő, hiszen tőle indult a lekérdezés. Érdekes azonban, hogy összefüggő csoportot alkotnak az RKK békéscsabai osztályának szerzői, az SZTE GTK-n dolgozó munkatársak, illetve szorosan együtt szerepelnek a regionális tudomány azon elismert hazai képviselői, akik Lengyel Imre hálózatában szerepelnek.

3. ábra: Lengyel Imre társszerzői hálózata



Forrás: saját szerkesztés

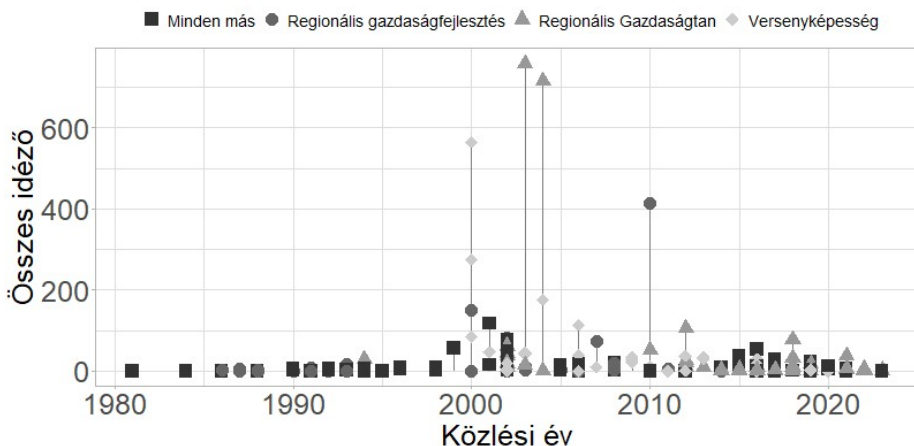
2. Lengyel Imre sikere

A tudományos hatás és siker tökéletlen, de számszerűsíthető mértékegysége a hivatkozások száma. A Lengyel Imre munkáira való hivatkozások száma az MTMT-ben a fejezet írásakor 6021 volt. Az MTMT-ből 2024 áprilisában legyűjtött adatainkban mi ennél kevesebb, összesen 5736 hivatkozást tudunk elemezni.

A siker ritkán oszlik el egyenletesen a tudományos közlemények között. Sokkal jellemzőbb az, hogy kevés kiemelkedően sikeres publikáció mellett sok van, amelyik kevesebb figyelmet kap. Véletlenszerűnek tekinthető, hogy mikor írja meg a legjelentősebb művét a tudós (Sinatra et al. 2016), de a sikeres tanul-

mányok időben közel vannak egymáshoz (Liu et al. 2018). Lengyel Imre munkásságának legnagyobb hatású művei 2000 és 2004 között születtek (4. ábra).

4. ábra: Lengyel Imre tudományos közleményeinek hivatkozás száma a közlemények megjelenési éve szerint



Megjegyzés: A pontok színe az általunk meghatározott kategóriákat jelöli.

Forrás: saját szerkesztés

Érdekes azonban észrevenni, hogy ebben az időszakban a regionális versenyképesség és a tágabb regionális gazdaságtan témákban született művei is nagy hatásúak lettek. A nagy hatású művek közé tartozik, de időben kicsit kilóg a Regionális gazdaságfejlesztés című könyve, amiért Lengyel Imre Akadémiai Nívódíjat is kapott.

A 10 legtöbb hivatkozással rendelkező tanulmányát áttekintve kitűnik, hogy azokban a témákban volt Lengyel Imre a legsikeresebb, amikben a legtermékenyebb is volt (1. táblázat). A magasan hivatkozott publikációit főként a regionális gazdaságtan, versenyképesség és regionális gazdaságfejlesztés területeken közölte. Habár a társszerzői hálózata kiterjedt, a magasan jegyzett munkáinak java egyszerűen, ami alól csak a Rechnitzer Jánossal közösen írt könyv és könyvfejezet kivételek. Lengyel Imre legtöbbet hivatkozott közleményei a hazai közönség számára íródtak, ami alól a piramismodell tartalmazó 2004-es Acta Oeconomica cikk kivétel.

1. táblázat: Lengyel Imre legtöbbet hivatkozott közleményei az MTMT-ben

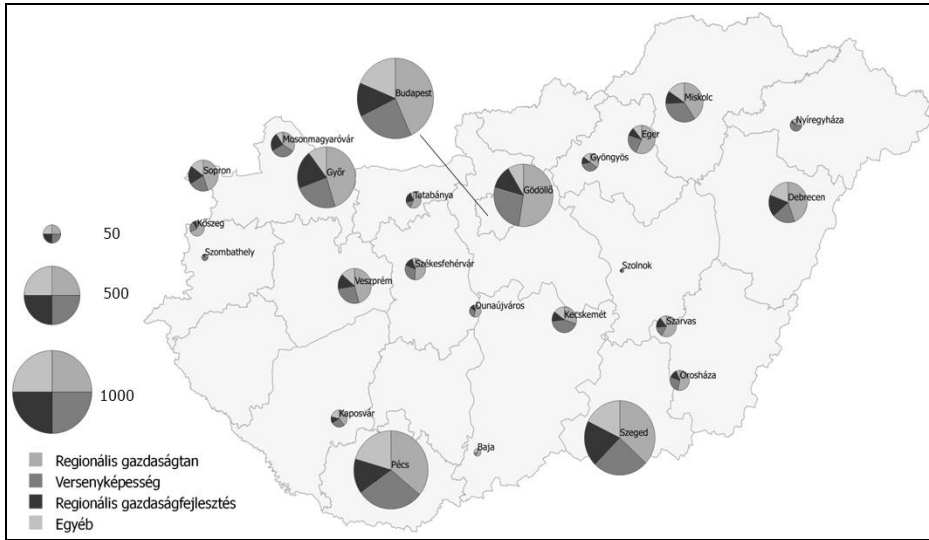
Társszerző	Cím	Év	Lelóhely	Idézők
-	Verseny és területi fejlődés	2003	JATEPress, Szeged	758
Rechnitzer János	Regionális gazdaságtan	2004	Dialóg Campus	714
-	A regionális versenyképességről	2000	Közgazdasági Szemle	565
-	Regionális gazdaságfejlesztés	2010	Akadémiai Kiadó	414
Rechnitzer János	A városok versenyképességéről	2000	Horváth Gyula, Rechnitzer János (szerk.) MTA RKK	276
-	The Pyramid Model: Enhancing Regional Competitiveness in Hungary	2004	Acta Oeconomica	177
-	Porter-rombusz: a regionális gazdaságfejlesztési stratégiák alapmodellje	2000	Tér és Társadalom	149
-	Iparági és regionális klaszterek: tipizálásuk, térbeliségük és fejlesztésük főbb kérdései	2001	Vezetéstudomány	118
-	A regionális versenyképesség értelmezése és piramismodellje	2006	Területi Statisztika	114
-	Regionális növekedés, fejlődés, területi töke és versenyképesség	2012	Bajmócy Zoltán, Lengyel Imre, Málovics György (szerk.) JATEPress	105

Forrás: saját szerkesztés

A Lengyel Imre műveire érkezett hivatkozások városok közötti eloszlását vizsgálva azt láthatjuk, hogy a hazai közönségnek írt könyvek, cikkek, könyvfejezetek elsősorban a regionális tudomány legnagyobb hazai műhelyeinek helyt adó városokban lettek sikeresek (5. ábra). A Budapesten dolgozó szerzők hivatkozásaival vetekszik a Pécsen és Szegeden dolgozók hivatkozásainak száma, ezeket szoroson követik a győri és gödöllői, majd a debreceni és miskolci idézők.

Tény, hogy a hazai regionális tudomány szereplői között betöltött központi szerepköre mellett Lengyel Imre hatása térben is kiterjedt. Érdekes kérdés, hogy a kapcsolatrendszer dinamikája milyen összefüggésben áll a munkák hatásának térbeli terjedésével; Lengyel Imre gondolatainak térbeli terjedése követi-e az innovációk térbeli terjedésének általános mintázatait (Lengyel et al., 2020). A kérdés megválaszolása sajnos nem fér e tanulmány kereteibe, ezért a továbbiakban arra koncentrálunk, hogy a sikeres művek megírásakor vajon lehetett-e előre jelezni ezek későbbi sikerét.

5. ábra: Lengyel Imre publikációira érkezett hivatkozások száma a hivatkozó szerzők affiliációjának telephelye szerint



Megjegyzés: A kördiagramok mérete a hivatkozások számával arányos. A színdokok az általunk meghatározott témákat jelölik.

Forrás: saját szerkesztés

3. Lengyel Imre sikerének előrejelzése

A tudományos teljesítmény a tudós érdeme, de a siker sokkal inkább múlik a közönség reakcióin, ami a közösségekben végbemenő komplex társas befolyásolási folyamatok eredménye (Barabási 2022). Amennyiben a tudományos sikerre hatásként tekintünk, amit a hivatkozásokkal tudunk mérni, a siker számszerűsítésére használható az innováció terjedésének keretrendszere. Így a tudós cikkére érkező hivatkozásokat ekvivalensnek kell vennünk az innováció adaptálásával. Ez lehetőséget teremt arra, hogy a tudományos sikert az innováció terjedés modelljeivel vizsgáljuk.

Az innováció – helyzetünkben a tudományos hatás – terjedésének fontos mechanizmusa az imitáció. A tudományos mű – a saját értékei mellett – nagyobb eséllyel lesz hivatkozva, ha mások korábban már hivatkozták. Everett Rogers (1962) már nagyon korán az adaptálás dinamikáját harang görbével írta le, ami S alakú kumulatív adaptálási görbévé alakítható. Egy ilyen görbe jól érzékelteti, hogy bár kezdetben csak kevesen hivatkozzák, a sikeres tudományos művek hivatkozásai

exponenciálisan kezdenek növekedni, majd – talán amikor az eredmények meghaladottá válnak – a hivatkozások elmaradnak, és a görbe növekedése megáll.

Az adaptálási dinamika számszerű megragadására az első és talán leginkább használt modellt Frank Bass (1969) javasolta. A modell központjában lévő egyenlet a t időpontban történő adaptációk $f(t)$ számá két mechanizmussal és ezeket leíró paraméterrel ragadja meg. Formálisan:

$$\frac{f(t)}{1-F(t)} = p + qF(t), \quad (1. \text{ egyenlet})$$

ahol p a spontán adaptáció paramétere, q kontrollálja az imitációt, míg $F(t)$ a t időpontig történt adaptálás kumulatív értéke. A modellben, a tudományos hatás kezdetén a hivatkozások növekedését a p paraméter okozza, majd az idő előrehaladásával a q paraméter szerepe növekszik, mivel $F(t)$ növekedésével egyre fontosabbá válik az imitáció.

A modell egyik fő vonzereje az, hogy a fenti egyenletet differenciálegyenletté alakítva (amit itt nem mutatunk be), a paraméterek az alábbi egyenlet segítségével becsülhetők:

$$f(t) = m \frac{1 - e^{-(p+q)t}}{p - (p+q)e^{-(p+q)t}}, \quad (2. \text{ egyenlet})$$

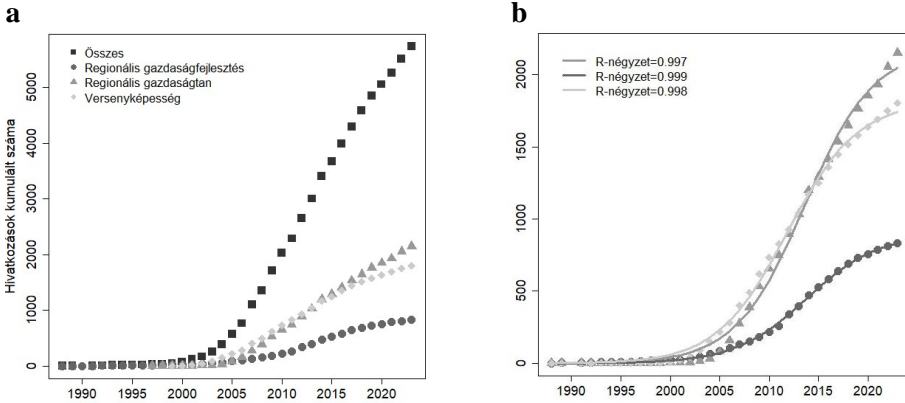
ahol m a potenciálisan adaptálók számát jelöli. A p és q paraméterek meghatározásával az adaptálás későbbi értékei előre becsülhetővé válnak, a p , q és t értékeket az 1. egyenletbe helyettesítve, illetve az $F(t)$ értékeket az egyenletből származtatva.

Lengyel Imre hivatkozásainak kumulált száma 2000-ben indult növekedésnek, majd gyorsult fel 2005-től kezdődően (6.a ábra). A három fő kategória hivatkozásait tekintve hasonló dinamikát látunk a regionális gazdaságtannal foglalkozó, valamint a versenyképességgel kapcsolatos munkák között, melyektől a regionális gazdaságfejlesztés hivatkozásainak dinamikája némiképp elmarad.

Mindhárom kategória kumulált hivatkozásaira megbecsültük a Bass modell paramétereit nonlinear least squares (NLS) regresszió segítségével a teljes elérhető időszakra (1988-2023). Ezek a regressziós modellek nagyon jó magyarázó erővel bírnak, és p , valamint q paraméterek felhasználásával nagyon jól lehet illeszteni a Bass modellt Lengyel Imre témákra bontott kumulált hivatkozásaira. A modell kiváltképpen jól illeszkedik a regionális gazdaságfejlesztés hivatkozásaira, amelyek szaturációját is meg tudja ragadni. Ugyanakkor a regionális gazdaságtan és versenyképesség témákban írt cikkek hivatkozásai dinamikusan növe-

kednek a legutolsó időszakban is, ahol a Bass modell kissé alulbecsli a valós adatot. Ez utóbbi problémát a fejezetünk Konklúziójában tovább bontjuk.

6. ábra: Lengyel Imre hivatkozásai és azok becslése



Megjegyzés: (a) A hivatkozások kumulált száma összesen és témákra bontva. (b) A Bass modell illeszkedése a témákra bontott hivatkozások kumulált számaira.

Forrás: saját szerkesztés

A tanulmány kutatási kérdésének megválaszolásához végezetül úgy futtatjuk le a Bass modellt mindhárom kategóriára, hogy a modell által figyelembe vett időszakot t_{max} felső korláttal látjuk el, ahol $t_{max} \in \{2000, 2022\}$.

A paraméterek becslése ezáltal úgy módosul, hogy

$$f(u) = m \frac{1 - e^{-(p+q)u}}{q - p e^{-(p+q)u}}, \tag{3. egyenlet}$$

ahol $u \leq t_{max}$.

A 3. egyenlet paramétereit szintén NLS regresszióval becsljük, amelyeket az 1. egyenletbe helyettesítve megkapjuk az adott évben 2023-ra vonatkozó hivatkozási előrejelzést.

A fenti módszer érdekes képet mutat arról, hogy a karrier során mennyire lehet becsülni a későbbi kumulált hivatkozásszámot. A 2023-as becsült értékek aránya a 2023-as valós értékekben csak fokozatosan, az idő előrehaladtával közelít a 100%-hoz (2. táblázat).

2. táblázat: A kumulált hivatkozásszám előrejelzése a Bass modell használatával

Év	Regionális Gazdaságtan predikció, %	Versenyképesség predikció, %	Regionális Gazdaságfejlesztés predikció, %
2000	262	54	36
2002	5	3	52
2004	167	13	387
2006	19	20	685
2008	26	39	67
2010	39	56	62
2012	48	62	213
2014	65	75	189
2016	75	84	118
2018	84	91	107
2020	91	95	102
2022	97	98	100

Megjegyzés: Az adott évben történő 2023-ra vonatkozó előrejelzés százalékos arányát mutatják a 2023-as valós hivatkozásszámban. A páratlan évekre vonatkozó becsléseket helyhiány miatt nem közöljük.

Forrás: saját szerkesztés

Érdekes megfigyelni, hogy a regionális gazdaságtan és versenyképesség predikció a 2006-os évtől kezdődően konzekvensen és nagyon jelentősen alulbecsli a valós 2023-as értéket. A Bass modell még 2010-2012-ben is csak a hivatkozások 40-60%-át jelezte előre ezeken a területeken. Ugyanakkor a regionális gazdaságfejlesztés témában született cikkek hivatkozásait a Bass model felülbecsülte 2012-től kezdődően.

4. Konklúzió

A fejezetben Lengyel Imre kivételes tudományos pályáját elemeztük az MTMT adatai segítségével. Bemutattuk, hogy az ismertsége és regionális tudomány hazai közösségében betöltött központi szerepe kiválóan alkalmassá teszi Lengyel Imrét arra, hogy a tudományos siker előrejelzésének egy új hipotézisét állítsuk fel az ő példája alapján.

Lengyel Imre adatai arra világítanak rá, hogy a témák közötti hangsúly eltolódás bizonytalanná teheti annak előrejelzését, hogy a tudós cikkei mennyire lesznek sikeresek. A kutatási témák közötti váltások napjainkban az érdeklődés tárgyát képezik, hiszen növelhetik a kutató tudásának diverzitását, ami az új tudás létrehozásának fontos katalizátora (Zeng et al. 2019). A témák közötti váltás ugyanakkor azt is jelentheti, hogy eltérő közönség fogja használni a publikációkat, és az hatás növekedése nehezebben követhető, illetve becsülhető a kumulatív

növekedésre optimalizált modellekkel. Lengyel Imre példájára visszatérve: a Bass modell a pályája kezdetén domináló regionális gazdaságfejlesztési tematika későbbi hatását felülbecsli, ugyanakkor alulbecsli a később dominánssá váló regionális gazdaságtan és versenyképesség hatását. Véleményünk szerint a jelenség mögött az állhat, hogy ha a tudományos output graduális felépülése a témaváltás miatt torzul, akkor a sikeresség graduális felépülése is torzul, mivel a közönség reakciója komplexebbé válhat. A sejtést Lengyel Imre 70. születésnapjának tiszteletére *LI70 hipotézisként* nevezzük el.

LI70 hipotézis: „A kutatási témák közötti, kutatói karrier során bekövetkező váltások nehezítik a tudományos hatás előre jelzését.”

A tanulmányban végzett előrejelzés természetesen számos limitációval bír. Wang és szerzőtársai (2013) bemutatták, hogy a tudományos közlemények hosszú távú hatásának becslésére nem a Bass modell a legalkalmasabb. A Bass modell a termékek egyszeri adaptálását hivatott előre jelezni, ugyanakkor a legtöbb szerző nem csak egyszer hivatkozik egy adott közleményt az élete során. Ezért az *LI70 hipotézis* későbbi vizsgálatához javasoljuk más modellek figyelembevételét, illetve a Bass modell módosítását úgy, hogy többszöri adaptálást is megengedjen. Mindemellett ösztönözzük a kutatói közösséget az *LI70 hipotézis* részletesebb kidolgozására.

Köszönetnyilvánítás: A szerzők köszönik Ladányi Gusztáv segítségét az MTMT adatok leválogtatásában.

Felhasznált irodalom

- Anselin, L.–Varga A.–Ács Z. (1997): Local geographic spillovers between university research and high technology innovations. *Journal of Urban Economics*, 42, 3, 422-448.
- Barabási A. L. (2022): *A képlet-A siker egyetemes törvényei*. Open Books.
- Bass, F. M. (1969): A new product growth for model consumer durables. *Management Science*, 15, 5, 215-227.
- Clauset, A.–Larremore, D. B.–Sinatra, R. (2017): Data-driven predictions in the science of science. *Science*, 355, 6324, 477-480.
- Jaffe, A. B.–Trajtenberg, M.–Henderson, R. (1993): Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations. *The Quarterly Journal of Economics*, 108, 3, 577-598.

- Hagerstrand, T. (1968): Innovation diffusion as a spatial process. Chicago: University of Chicago Press.
- Lengyel B.–Bokányi E.–Di Clemente R.–Kertész J.–González, M. C. (2020): The role of geography in the complex diffusion of innovations. *Scientific Reports*, 10,1, 15065.
- Lengyel I. (2010): A regionális tudomány „térnyerése”: reális esélyek avagy csalfa délibábok? *Tér és Társadalom*, 24, 3, 11-40.
- Liu, L.–Wang, Y.–Sinatra, R.–Giles, C. L.–Song, C.–Wang, D. (2018): Hot streaks in artistic, cultural, and scientific careers. *Nature*, 559, 7714, 396-399.
- Martin, T.–Ball, B.–Karrer, B.–Newman, M. E. J. (2013): Coauthorship and citation patterns in the Physical Review. *Physical Review E—Statistical, Non-linear, and Soft Matter Physics*, 88, 1, 012814.
- McCarty, C.–Jawitz, J. W.–Hopkins, A.–Goldman, A. (2013): Predicting author h-index using characteristics of the co-author network. *Scientometrics*, 96, 467-483.
- Pan, R. K.–Kaski, K.–Fortunato, S. (2012): World citation and collaboration networks: uncovering the role of geography in science. *Scientific Reports*, 2, 1, 902.
- Rogers, E. M. (1962): *Diffusion of Innovations*. New York: Free Press.
- Sinatra, R.–Wang, D.–Deville, P.–Song, C.–Barabási, A. L. (2016): Quantifying the evolution of individual scientific impact. *Science*, 354, 6312, aaf5239.
- Singh, C. K.–Tupikina, L.–Lécuyer, F.–Starnini, M.–Santolini, M. (2024): Charting mobility patterns in the scientific knowledge landscape. *EPJ Data Science*, 13, 1, 12.
- Wang, D.–Song, C.–Barabási A. L. (2013): Quantifying long-term scientific impact. *Science*, 342, 6154, 127-132.
- Wuestman, M. L.–Hoekman, J.–Frenken, K. (2019): The geography of scientific citations. *Research Policy*, 48, 7, 1771-1780.
- Zeng, A.–Shen, Z.–Zhou, J.–Fan, Y.–Di, Z.–Wang, Y.–Stanley, H.E.–Havlin, S. (2019): Increasing trend of scientists to switch between topics. *Nature Communications*, 10, 1, 3439.