

ÁCS J. ZOLTÁN

Jaffe–Feldman–Varga: a tudás áttérjedésének keresése

A régi növekedési elméletről az endogén technikai változásra való áttérés az 1990-es években szükségessé tette a technikai változás, a tudásterjedés és a gazdasági növekedés szerepének újragondolását. A tudástermelési függvényt használva Adam Jaffe volt az első, aki azonosította, hogy az egyetemi kutatás milyen mértékben hat a kereskedelmi tevékenységekre. Maryann Feldman kiterjesztette a tudástermelési függvényt az innovatív tevékenységekre, és beépítette a regionális tudásinfrastruktúra szempontjait. Varga Attila a Jaffe–Feldman-féle megközelítést azzal bővítette ki, hogy a helyi tudásterjedés pontosabb mérésére összpontosított városi szinten. Varga a tudásterjedés kérdését explicit térbeli ökonometriai perspektívából közelítette meg. A Jaffe–Feldman–Varga-féle megközelítés a tudásterjedés technológiai változásban betöltött szerepének megértését segíti elő.*

Journal of Economic Literature (JEL) kód: E13, O33, O40, R10.

Bevezetés

Thomas Kuhn *A tudományos forradalmak szerkezete* című könyvében úgy érvelt, hogy a „normális tudománynak” két alapvető jellemzője van: 1. eredményei eléggé előzmények nélküliek voltak ahhoz, hogy a tudományos tevékenység konkurens módozataitól elvonatkoztatva tartós követői csoportot vonzzanak; 2. eléggé nyitott volt ahhoz, hogy mindenféle megoldandó problémákat hagyjon az újradefiniált gyakorló csoport számára (Kuhn [1962] 10. o.). A régi növekedéselméletről az új növekedéselméletre való áttérés egy ilyen átalakulást jelentett. Paul Romer szavaival élve ez a forradalom

* A tanulmány eredetileg Jaffe–Feldman–Varga: *The search for knowledge spillovers* címmel jelent meg a *Zhang–Stough* (szerk.) [2013] kötetben (Ács [2013]). A fordítás Raffay Zoltán egyetemi docens (Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Kar) munkája. Megjelenés a kiadó engedélyével.

„megszünteti a neoklasszikus elmélet zsákutcáját, és összekapcsolja a rutinokra, mechanikus tervezésre és hasonlókra vonatkozó mikroökonómiai megfigyeléseket a technológiáról szóló makrogazdasági vitákkal” (Romer [1986] 204. o.).

Az új növekedéseméletben egy alapvető, továbbra is megoldatlan anomália a kutatás-fejlesztési (K + F) tevékenységek átgyűrűző, átterjedő (*spillover*) hatásainak azonosítása és mérése, vagyis annak meghatározása, hogy egy induló vállalkozás milyen mértékben képes gazdaságilag hasznosítani egy másik szervezet K + F-befektetéseit (Griliches [1979]). David B. Audretsch és Ács J. Zoltán kutatásait az 1980-as években az új technológián alapuló innovatív vállalatok terjedése irányította a technológiai változások gazdaságtana felé. Míg a hagyományos felfogás szerint a nagyvállalatok innovatív előnyben vannak a kisvállalatokkal szemben, az American Economic Review-ban 1988-ban megjelent cikkükben a probléma megoldása helyett egy anomáliát fedeztek fel:

„Talán némileg meglepő eredmény, hogy a nagyvállalati foglalkoztatási arány koefficiense nemcsak pozitív és szignifikáns a kisvállalati innovációk esetében, hanem valójában nagyobb mértékű, mint a nagyvállalatok esetében. Ez azt sugallja, hogy *ceteris paribus*, egy iparágat minél nagyobb mértékben alkotnak nagyvállalatok, annál nagyobb lesz az innovációs tevékenység, de a megnövekedett innovációs tevékenység inkább a kisvállalatoktól fog származni, mint a nagyvállalatoktól.” (Ács–Audretsch [1988] 686. o.)

Az a rendellenesség, hogy az új technológián alapuló induló vállalkozások honnan szerzik meg a tudást, megfejtetlen maradt.

Griliches [1979] munkájára építve Adam Jaffe volt az első, aki megállapította, hogy az egyetemi kutatás milyen mértékben terjed át az üzleti életre (Jaffe [1989]). Jaffe munkájára építve Maryann Feldman a Carnegie Mellon Egyetemen a tudástermelési függvényt kiterjesztette az innovatív tevékenységre, és beépítette a regionális tudás-infrastruktúra szempontjait (Feldman [1994]). Varga Attila a Nyugat-virginiai Egyetemen a Jaffe–Feldman-féle megközelítést a helyi földrajzi átterjedés pontosabb mérésére összpontosítva bővítette tovább a modellt (Varga [1998]). Varga a tudásterjedés kérdését explicit térbeli ökonometriai perspektívából közelíti meg. A Jaffe–Feldman–Varga-féle tovagyűrűző hatások (a továbbiakban: JFV) messzire vezetnek bennünket a tudásterjedés technológiai változásban betöltött szerepének megértésében. Erre az alapra épül az a modell, amely a vállalkozást azonosítja a tudásterjedés legfontosabb csatornájaként (Ács és szerzőtársai [2006]). Végül az agglomerációk tudásterjedésében játszott szerepe jelenti ennek a tudományos átalakulásnak a végső határát (Clark és szerzőtársai [2000]). E tanulmány célja, hogy katalógizálja Adam Jaffe, Maryann Feldman és Varga Attila (közülük kettő az én tanítványom) hozzájárulását, amely egyszerre és egymástól függetlenül indította el a tudásterjedés mechanizmusának vizsgálatát. A cikk először Adam Jaffe, Maryann Feldman és Varga Attila főbb hozzájárulásait vázolja fel. Ezt követi a modell Jaffe–Trajtenberg–Henderson szerzőhármassal általi továbbfejlesztéseinek, valamint a Thomson–Fox–Kean szerzőpáros kritikáinak a vizsgálata. Ezután a tanulmány az Ács–Varga szerzőpáros, Fujita–Krugman–Venables szerzőhármassal, valamint Romer térbeli magyarázatait vizsgálja a gazdasági növekedésről, amit a vállalkozás tudásterjedési elméletével kapcsolatos munkák bemutatása követ, majd az agglomerációk tárgyalása. A következtetéseket az utolsó rész tartalmazza.

Jaffe–Feldman–Varga

Az *American Economic Review*-ben 1989-ben megjelent tanulmányában Adam Jaffe kibővítette 1986-os úttörő tanulmányát, amely a teljes $K + F$ -állományt használta a tudásterjedésre rendelkezésre álló tudásmennyiség azonosítására, hogy meghatározza az egyetemi kutatásból származó átgűrűző hatások hozzájárulását az üzleti innovációhoz. Jaffe megállapításai voltak az elsők, amelyek azonosították, hogy az egyetemi kutatás milyen mértékben hat a magánvállalkozások által létrehozott találmányokra és innovációs eredményekre. Annak érdekében, hogy ezeknek a változóknak az egyetemekről átáramló $K + F$ -tudással való kapcsolatát meghatározza, Jaffe módosította a *Griliches* [1979] által bevezetett tudástermelési függvényt két input esetére, megkülönböztetve a magánvállalatok $K + F$ -kiadásait és az egyetemeken végzett kutatási kiadásokat.

Lényegében ez egy kéttényezős Cobb–Douglas-féle termelési függvény, amely a tudás kimeneti oldalon mért értékét két bemeneti mértékkel hozza összefüggésbe: az ipar által végzett kutatás és fejlesztés, valamint az egyetemeken által végzett kutatás intenzitásával. Formálisan ez a következőképpen fejezhető ki:

$$\log(K) = \beta_{K1} \log(R) + \beta_{K2} \log(U) + \varepsilon_K, \quad (1)$$

ahol K a szabadalmak számával mért tudást mutatja, R az ipari $K + F$, U az egyetemi kutatás, ε_K pedig egy sztochasztikus hibatermet jelent. Az elemzést az Egyesült Államok tagállamaira végezzük el, több időszakra vonatkozóan, ágazatonkénti bontásban. Az egyetemi és az ipari kutatás közötti lehetséges kölcsönhatást két további egyenlettel ragadjuk meg, amelyek lehetővé teszik a két változó szimultán vizsgálatát:

$$\log(R) = \beta_{R1} \log(U) + \beta_{R2} Z_2 + \varepsilon_R \quad (2)$$

és

$$\log(U) = \beta_{U1} \log(R) + \beta_{U2} Z_1 + \varepsilon_U, \quad (3)$$

ahol U és R a korábbiak szerinti, Z_1 és Z_2 az exogén helyi jellemzők halmaza, ε_R és ε_U pedig sztochasztikus hibatermetek.

Jaffe statisztikai eredményei azt bizonyítják, hogy a vállalati szabadalmi tevékenység pozitívan reagál az egyetemi kutatásból az üzleti életbe átgűrűző hatásokra. A földrajzi közelségnek az egyetemi kutatásból származó átgűrűző hatásban játszott szerepére vonatkozó eredményeket azonban gyengíti, hogy nincs bizonyíték arra, hogy a tagállamon belüli földrajzi közelség is számít. *Jaffe* szerint

„csak gyenge bizonyíték van arra, hogy az egyetemeken és kutatólaboratóriumok földrajzi közelsége a tagállamon belül elősegíti az átterjedést” (*Jaffe* [1989] 968. o.).

Más szóval, nagyon keveset tudunk arról, hogy a tudásterjedés hová juttatja el a tudást.

Maryann Feldman kétféleképpen bővítette Jaffe munkáját (*Ács és szerzőtársai* [1992], [1994], *Feldman* [1994], *Feldman–Florida* [1994]). Először is új adatforrást használt: az

Egyesült Államok kisvállalkozói igazgatósága (*Small Business Administration, SBA*) által kifejlesztett, szakirodalom-alapú innovációs indikátort, amely közvetlenül méri az innovációs tevékenységet (Ács–Audretsch [1988]). Másodszor pedig kiterjesztette a tudástermelési függvényt (Jaffe [1989]), figyelembe véve a rejtett (*tacit*) tudást és az innováció kereskedelmi hasznosítási lehetőségeit is.

Griliches [1979] vezette be a technológiai innováció modelljét, amely az innovatív teljesítményeket a tudást generáló inputok termékének tekinti. Jaffe [1989] ezt a termelési függvényt módosította úgy, hogy az figyelembe vegye a térbeli és a technológiai területek dimenzióit is. Jaffe modellje azonban csak azt tartalmazza, amit korábban a formális tudásbázis elemeiként definiáltak. Az ilyen megfogalmazás nem veszi figyelembe a tudás más típusú inputjait, amelyek hozzájárulnak az innovatív output létrejöttéhez. Ez azért fontos, mert az innovációhoz műszaki és üzleti ismeretekre egyaránt szükség van, ha a kutatás-fejlesztési célú beruházások esetében a jövedelmezőség az irányadó. Az innovációs tudásbázis koncepcionális modelljét követve az innovatív ráfordítások teljesebb meghatározása a következőket foglalná magában:

$$\log(K) = \beta_{K1} \log(R) + \beta_{K2} \log(U) + \beta_{K3} \log(BSERV) + \beta_{K4} \log(VA) + \varepsilon_K, \quad (4)$$

ahol K az innovációk számával mérhető, R és U pedig a korábbiaknak felel meg. VA az ipar adott térségben való jelenlétéből eredő rejtett tudás, $BSERV$ pedig az üzleti szolgáltatások jelenlétét jelöli, ami kapcsolatot jelent a tudás és a kereskedelmi hasznosítás között.

A tudásbázismodell utolsó inputja a legkevésbé magától értetődő. Számos olyan termelői szolgáltatás létezik, amely tudást nyújt a piaci szereplők számára, és hozzájárul a forgalomba hozatali folyamathoz. Például a szabadalmi ügyvivők szolgáltatásai az innovációs folyamat kritikus inputjai. Hasonlóképpen a marketinginformációk is fontos szerepet játszanak a forgalomba hozatal folyamatában.

Az innovációs tevékenység közvetlen mérőszámának használata a szabadalmak száma helyett a tudástermelési függvényben általában megerősíti Jaffe [1989] érveit, és alátámasztja megállapításait. A legfontosabb, hogy az innovációs adatok felhasználása még inkább bizonyítja Jaffe eredményét, miszerint az egyetemek és kutatólaboratóriumok földrajzi jelenléte a tagállamon belül elősegíti a tudásáramlást. Ezenkívül legalább némi bizonyíték van arra, hogy mivel a szabadalmi és az innovációs mérések a technológiai változás folyamatának különböző oldalait ragadják meg, az egyes ágazatokra vonatkozó eredményeket legalábbis bizonyos mértékig befolyásolhatja a technológiai rezsim. Az eredmények azt mutatják, hogy az egyetemek irányából érkező tudásterjedés jelentősége a magánvállalati $K + F$ -kiadásokhoz képest lényegesen nagyobb az elektronikai ágazatban, ha az innovációs tevékenység közvetlen mérőszámát a szabadalmi mérőszámmal helyettesítjük.

Az ipari $K + F$ és az egyetemi kutatás mint inputok relatív jelentősége az innovatív kibocsátás létrehozásában azonban egyértelműen más a nagy- és a kisvállalkozások esetében (Ács és szerzőtársai [1994]). Vagyis a nagyvállalatok esetében az innovatív tevékenység rugalmassága az ipari $K + F$ -kiadásokra vonatkozóan nemcsak több mint kétszer nagyobb, mint az egyetemi kutatási kiadásokra vonatkozó rugalmasság, hanem közel kétszer akkora, mint a kisvállalatok innovatív tevékenységének

rugalmassága az ipari K + F-re vonatkozóan. Ezzel szemben a kisvállalatok esetében az innovatív kibocsátás rugalmassága az egyetemek kutatási kiadásaira vonatkozóan körülbelül egyötödével nagyobb, mint az ipari K + F-re vonatkozó rugalmasság. Továbbá az innovatív tevékenység rugalmassága az egyetemi kutatásra vonatkozóan körülbelül 50 százalékkal nagyobb a kisvállalatok esetében, mint a nagyvállalatokéban.

Ezek az eredmények alátámasztják azt a hipotézist, hogy a magánszféra K + F-tevékenysége fontosabb szerepet játszik a nagyvállalatok innovatív tevékenységének létrehozásában, mint a kisvállalatokéban. Ezzel szemben az egyetemek kutatási tevékenységéből származó átgyűrűző hatások szerepe meghatározóbb a kisvállalkozások innovációs tevékenységében. Az egyetemi és vállalati laboratóriumok földrajzi közelsége egy államon belül egyértelműen katalizátorként hat az innovációs tevékenységre a különböző méretű vállalatok számára. A hatás azonban jól láthatóan nagyobb a kisvállalatokra, mint a nagyvállalatokra.

Jaffe és Feldman kutatásainak két korlátja volt. Először is, a tagállami szintű elemzési egység túlságosan aggregált volt, ami földrajzi egybeesési indexet igényelt a közös elhelyezkedés ellenőrzéséhez. Másodszor, a kutatás nem vette figyelembe a területi függőség lehetséges hatását, amely érvénytelenítheti az egymással határos (közeli) területi egységek keresztmetszeti adatain alapuló ökonometriai elemzések értelmezését. Varga Attila kiterjesztette ezt a kutatást a tagállam és a nagyvárosi statisztikai terület (*Metropolitan Statistical Area, MSA*) szintjének vizsgálatával és térbeli ökonometriai technikák alkalmazásával¹ (*Anselin és szerzőtársai* [1997], [2000a], [2000b], *Varga* [1998], [2000], *Ács és szerzőtársai* [2002]).

Ezek a kiterjesztések pontosabb betekintést nyújtottak a nagyvárosokban folyó innováció és K + F, valamint az egyetemi kutatás közötti extern hatások térbeli kiterjedésére mind a nagyvárosokban, mind pedig a környező megyékben. Ezzel a módszerrel sikerült első eredményeket közölnie e kérdéssel kapcsolatban a csúcstechnológiai innovációk esetében, amelyeket öt két számjegyű SIC-ágazat aggregátumaként és részletesebb ipari ágazati szinten is mért. Pozitív és rendkívül szignifikáns kapcsolatot talált a nagyvárosi innovációk és az egyetemi kutatás között, ami a helyi egyetemi kutatás innovációs tovagyrűzésének jelenlétére utal. Az ipari tudáskiáramlás (azaz az ipari kutatólaboratóriumok közötti tudásáramlás) hatásával összehasonlítva az egyetemi hatás mérete lényegesen kisebb, az ipari kutatási együtttható egyharmadát teszi ki. Az egyetemi tudás átterjedése határozottan csökkenő mintázatot mutat a távolság növekedésével, amint azt a statisztikailag szignifikáns, de kisebb méretű egyetemi kutatási együttthatók mutatják a nagyváros központjától 50 mérföldes távolságon belüli szomszédos megyék esetében.

¹ Ha a modelleket szomszédos térbeli egységekre vonatkozó keresztmetszeti adatokra becsüljük, az egységek közötti függetlenség hiánya (vagy a térbeli autokorreláció jelenléte) komoly problémákat okozhat a modell hibás specifikációjával kapcsolatban, amennyiben azt figyelmen kívül hagyjuk (*Anselin* [1988]). A térbeli ökonometria módszertana az ilyen hibás specifikációk lehetséges jelenlétének teszteléséből és a megfelelő becslőfüggvények használatából áll, a térbeli függőséget explicit módon tartalmazó modellek felhasználásával (egy áttekintő tanulmányt közöl például *Anselin* [2001]).

Az ágazatok között jelentős különbségek vannak a nagyvárosi szinten vizsgált helyi egyetemi hatás tekintetében. Konkrétan a négy csúcstechnológiai ágazatban – gépgyártás, vegyipar, elektronika és műszergyártás – csak az elektronika és a műszergyártás esetében találtak szignifikáns egyetemi átgyűrűző hatást, míg a másik két ágazatban az egyetemi kutatási együttműködés nem szignifikáns maradt.

Ács és szerzőtársai [2002] azt vizsgálta, hogy az Egyesült Államok szabadalmi és védjegy hivatala (*United States Patent and Trademark Office, PTO*) által közzétett szabadalmi adatok valóban megbízható helyettesítő mérőszámok-e a regionális szintű innovációs tevékenységnek, összehasonlítva az Egyesült Államok kisvállalkozói igazgatósága (*SBA*) által kifejlesztett, szakirodalmi alapú innovációs kibocsátási mutatóval. Ez azért fontos, mert a szabadalmi adatok időben könnyen hozzáférhetők, és felhasználhatók a regionális innovációs rendszereken belüli lokális tudásáramlás dinamikájának tanulmányozására. E tanulmányt megelőzően volt némi bizonyíték arra, hogy a szabadalmak az innovációs tevékenység meglehetősen megbízható mérőszámát adják iparági szinten (Ács–Audretsch [1989]), és volt némi bizonyíték arra, hogy a szabadalmak és az innovációk hasonlóan viselkednek tagállami szinten (Ács és szerzőtársai [1992]). Ezt azonban nem vizsgálták a tagállamok alatti szinten.

A PTO-szabadalmak és az innovációs SBA-indikátorok közötti korreláció a nagyvállalatok szintjén meglehetősen magas (0,79), és ez az első jele annak, hogy a szabadalmak az innováció megbízható mérőszámai lehetnek regionális szinten. A korrelációs együttműködési értéke azonban nem elég magas ahhoz, hogy garantálja a különböző regionális szereplők szerepének hasonlóságát a tudás létrehozásában mindkét mérőszámmal, ha ugyanabban az empirikus modellben alkalmazzák. Varga Attila az innovációs indikátorokat a szabadalmi adatokkal helyettesíti modelljében – hasonlóan Anselin és szerzőtársai [1997]-hez –, hogy közvetlenül össze tudja hasonlítani az új technológiai tudás két mérőszámának eredményeit, és fel tudja mérni, hogy a szabadalmak milyen mértékben használhatók megbízható helyettesítő indikátorokként az innovációra vonatkozóan.

A becsült tudástermelési függvény valamennyi paraméterének nagysága kisebb az innovációs mérőszámok esetében, mint a szabadalmakéban, ami arra utal, hogy a termékfejlesztési szakaszban a vállalatok kevésbé intenzíven támaszkodnak a helyi kölcsönhatásokra (az egyetemekkel és más szereplőkkel), mint az innovációs folyamat korábbi szakaszaiban. Az összehasonlító tanulmány másik fontos megállapítása az, hogy az egyetemi tudás átterjedésének (az egyetemi kutatás becsült paraméterének nagyságával mért) jelentősége a magánvállalatok K + F-átterjedéséhez képest lényegesen kisebb a szabadalmak esetében, mint az innováció esetében. Mivel a szabadalmaztatás inkább az innováció korábbi szakaszait tükrözi, míg a közvetlen innováció mérőszáma az innovációs folyamat befejező szakaszát veszi figyelembe, a helyi egyetemek viszonylag nagyobb súlya az innovációban a szabadalmaztatáshoz képest az alap- és alkalmazott kutatási együttműködés eltérő területi mintáit tükrözi. Az alkalmazott kutatásban az egyetemekkel való együttműködéshez a vállalatok inkább helyi tudományos intézményeket választanak, míg az alapvető kutatási együttműködés nagyobb távolságokra is kiterjedhet.

A Jaffe–Feldman–Varga-féle modell kiterjesztései

Jaffe és szerzőtársai [1993], [2005] a fenti munkát kibővítve arra a kérdésre kereste a választ, hogy a tudás externális hatásai mennyiben helyhez kötöttek. Ez azért fontos, mert a növekedésemélet azt feltételezte, hogy a tudás az országban belüli szereplőkre áterjed, de más országokra nem. Ez az implicit feltételezés felveti azt a kérdést, hogy a tudás externális hatásai milyen földrajzi területre terjednek ki. Adam Jaffe, Manuel Trajtenberg és Rebecca Henderson a tudás átgyűrűzésének kutatását egy párosítási módszer alkalmazásával bővítették ki, és arra az eredményre jutottak, hogy a tudás átgyűrűzése erősen lokalizált. Módszerük minden egyes időzű szabadalmat egy nem időzű szabadalommal párosít, hogy kontrollálja a termelés már meglévő földrajzi koncentrációját. A szabadalmi adatok felhasználásával két következtetésre jutottak: az egyik, hogy az externális hatások (átgyűrűzés) különösen jelentősek helyi szinten, a másik, hogy a lokalizáció csak lassan tűnik el az idő múlásával. Ezeket az eredményeket később *Jaffe–Trajtenberg* [2002] reprodukálta.

Audretsch–Feldman [1996] az innováció és a termelés földrajzának kérdését vizsgálva bizonyítékot szolgáltatott a tudásterjedés térbeli dimenziójára vonatkozóan. Eredményei azt sugallják, hogy a tudás terjedése földrajzilag korlátozott, és a tudásnak a forráshoz való térbeli közelségét igényli. *Feldman–Audretsch* [1999] tovább vizsgálta a tudás áterjedésének kérdését a városok specializációjának, avagy sokszínűségének elemzésével. A szerzőpáros kutatása alátámasztja azt az elképzelést, hogy a sokszínűség nagyobb mértékű innovációhoz vezet.

A közelmúltban *Thompson–Fox–Kean* [2005a], [2005b] megkérdőjelezte a Jaffe–Trajtenberg–Henderson szerzőhármás megállapításait. Azzal érvelnek, hogy az ő módszerükkel illesztett esetkontroll-módszertan komoly bizonytalansági komponenst tartalmazott. A nem megfigyelhető tényezők kontrollálása a párosítási módszerekkel mindig problémás feladat, mert ritkán lehetünk biztosak abban, hogy a kontrollok valóban megfelelnek a célnak. Bizonyos esetekben a tökéletlen megfeleltetés egyszerűen zajt és ennek megfelelő hatékonyságvesztést okozhat. A szerzőpáros legalább két okot hoz fel, hogy a párosítási módszer miért nem képes megfelelően kontrollálni a meglévő szabadalmi tevékenységet. Először is, az aggregáció szintje lehet, hogy nem elég finom. Másodszor, a szabadalmak jellemzően sok különböző igényt tartalmaznak, amelyek mindegyikéhez technológiai besorolást rendelnek. A kontrollálás kiválasztási folyamatának e két jellemzője azt jelenti, hogy nincs garancia arra, hogy a kontrollált szabadalomnak bármilyen ágazati hasonlósága van az idézett vagy az eredeti szabadalommal. Természetesen magyarázatra szorul egy másik következtetésük is, miszerint az átgyűrűzés országos szinten megáll.

A JFV-keretben végzett empirikus kutatások és az eddig bemutatott kiterjesztések az Egyesült Államokban jöttek létre, és az empirikus tesztelést is itt végezték el tagállami, nagyvállalati és megyei szintű adatkészletek felhasználásával. A tudásterjedés földrajzi korlátainak kérdése azonban határozottan nemzetközi érvényességű. Az elmúlt évtizedben a JFV-modellt megismételték, és folyamatosan finomították a tudásáramlás földrajzi határainak keresése érdekében Európában, Dél-Amerikában és Ázsiában. *Varga* [2006] értékelt e nemzetközi szakirodalom eredményeit.

A gazdasági növekedés „térbeliesített” magyarázata

Ács–Varga [2002] a tudásterjedés JFV-modelljére építve a technológia által vezérelt gazdasági növekedés „térbeliesített” elméleti keretét javasolja, amelynek három alapvető kérdésre kell reflektálnia. Először is, magyarázatot kell adnia arra, hogy a tudással kapcsolatos gazdasági tevékenységek miért koncentrálnak bizonyos régiókban, míg más régiók viszonylag fejletlenek maradnak. Másodsor, választ kell adnia arra a kérdésre, hogy hogyan történik a technológiai fejlődés, és melyek a kulcsfontosságú folyamatok és intézmények, különös tekintettel a földrajzi dimenzióra. Harmadsor, olyan elemzési keretet kell bemutatnia, amelyben a technológiai változások szerepe a regionális és nemzeti gazdasági növekedésben egyértelműen bizonyított. E három kérdés megválaszolása érdekében Ács Zoltán és Varga Attila három különálló szakirodalmi területet vizsgál: az új gazdaságföldrajzot, az új növekedéseméletet és az innováció új közgazdaságtanát.

A három megközelítés különböző szempontokra összpontosít, ugyanakkor ki is egészítik egymást. Az „új” növekedési elméletek endogenizálják a technológiai változást, és így kölcsönösen összekapcsolják a technológiai változást a makrogazdasági növekedéssel. A technológiai változás leírásának módja azonban erősen leegyszerűsített, és a vizsgált gazdaságot egy nem térbeli modellben mutatják be. Ugyanakkor az innovációs rendszerek koncepciói nagyon részletesek az innovációs folyamatot illetően, de semmit sem mondanak a makrogazdasági növekedésről. A térbeli dimenziót azonban bevezették az innovációs rendszerek fogalmi keretébe a regionális innovációs rendszerekről szóló tanulmányokban (például *Braczyk és szerzőtársai* [1998]).

Az innovációs rendszerek fogalma mögött meghúzódó elképzelés meglehetősen egyszerű, és mint ilyen, rendkívül vonzó. Eszerint a legtöbb esetben az innováció egy kollektív folyamat eredménye, és ez a folyamat rendszerszintű módon alakul ki. A rendszer elemei az innovatív cégek és a kapcsolódó iparágak szereplői (beszállítók, vevők), a magán- és állami kutatólaboratóriumok, az egyetemek, a támogató üzleti szolgáltatások (például jogi vagy műszaki szolgáltatások), a pénzügyi intézmények (különösen a kockázati tőke) és a kormányzat. Ezeket az elemeket az innovációhoz kötődő kapcsolatok kötik össze, amely kapcsolatok a szereplők között megvalósuló tudásáramlást jelentik. A kapcsolatok lehetnek informális jellegűek (alkalmi találkozók konferenciákon, társadalmi eseményeken stb.), de lehetnek határozottan formálisak is (szerződéses kutatás, közös termékfejlesztés stb.). A rendszer hatékonyságát (azaz az innovációk számában kifejezett termelékenységét) mind a szereplők által már felhalmozott tudás, mind pedig a kapcsolódási szintjük (azaz a tudásáramlás intenzitása) meghatározza. Az interakciókra való képességet és motivációt nagyrészt a hagyományok, a társadalmi normák, az értékek és az országok jogrendszerei alakítják.

Az új gazdaságföldrajzi modellek az általános egyensúlyt térbeli környezetben vizsgálják (*Krugman* [1991]). Ez azt jelenti, hogy nemcsak az egyensúlyi árak, jövedelmek és mennyiségek meghatározására adnak magyarázatot az egyes piacokon, hanem a gazdaság sajátos földrajzi szerkezetének alakulására is. Más szóval az új gazdaságföldrajz egyszerre vezet le gazdasági és térbeli egyensúlyt (*Fujita és szerzőtársai* [1999], *Fujita–Thisse* [2002]). A térbeli egyensúly az agglomeráció irányába

ható centripetális erők (mint például a növekvő méretarányos megtérülés, az ipari kereslet, a lokális tudás átterjedése) és a szétszóródást elősegítő centrifugális erők (mint például a szállítási költségek) közötti egyensúly eredményeként jön létre. Az elmúlt évek legújabb fejleményeiig az új gazdaságföldrajzi modellek nem vetik figyelembe a gazdasági növekedés térbeli aspektusait. A technológiai változás magyarázata azonban még a legújabb modellekben is az endogén növekedési modellekkel azonos mintát követ, és mint ilyenek, nem érik el az innovációs rendszerek vizsgálatában rejlő komplexitást.

Amint azt *Ács-Varga* [2002] hangsúlyozza, a fenti három megközelítés mind-egyikének megvannak a maga erősségei és gyengeségei, de mindhárom szolgálhat építőkövekként a technológia által vezérelt gazdasági növekedés magyarázó keretrendszerének megalkotásában. Javasata szerint a gazdasági tevékenységek térbeli koncentrációjának kezdeti feltételeire vonatkozó krugmani elmélet és az endogén gazdasági növekedés romeri elméletének sajátos kombinációja – kiegészítve a Nelson-féle innovációs rendszer szereplői közötti kölcsönhatások szisztematikusan ábrázolásával – megfelelő lehet a technológiavezérelt regionális gazdasági fejlődés modelljének kidolgozására.

Ács-Varga [2002] nyomán *Varga* [2006] a földrajzi növekedés magyarázatának empirikus modellezési keretét dolgozza ki. Ez a keret *Romer* [1990] endogén növekedési modelljének térbeli kiterjesztése, és integrálja az innovációs rendszerek és az új gazdaságföldrajz irodalmának elemeit. A kicsit formálisabb kezelés érdekében *Varga* [2006] alkalmazza a *Romer* [1990] által a makrogazdasági szintű tudástermelésre vonatkozó, *Jones* [1995] által kidolgozott egyenlet általánosított változatát:²

$$dA = \delta H_A^\lambda A^\varphi, \tag{5}$$

ahol H_A a tudás előállításán dolgozó emberi tőkét jelenti a kutatási ágazatban (a kutatók számával mérve), A a technológiai tudás egy adott időpontban rendelkezésre álló teljes állománya, míg dA a technológiai tudás változása, amely a kutatásba és fejlesztésbe való magánbefektetésekből ered. δ , λ és φ konstans paraméterek.

A technológiai változást a kutatás hozza létre, és annak mértéke a tudás létrehozásában részt vevő kutatók számától (H_A) függ. Hatékonyságuk azonban közvetlen kapcsolatban áll a már rendelkezésre álló tudás teljes állományával (A). A tudás átterjedése központi szerepet játszik a növekedési folyamatban: minél nagyobb A értéke, annál nagyobb a technológiai változás, amelyet ugyanannyi kutató állít elő. Így a makrogazdasági növekedés szorosan összefügg a tudás átterjedésével.

A Romer-féle tudástermelési függvény paraméterei döntő szerepet játszanak a makroszintű tudástermelés hatékonyságában. Ugyanannyi kutató hasonló A -értékkel képes a már meglévő technológiai tudás szintjét a paraméterek nagyságától függően jelentős különbségekkel emelni. Először is tekintsük a δ -t ($0 < \delta < 1$), amely a kutatási termelékenység paramétere. Minél nagyobb δ , annál hatékonyabb a kutatói tevékenység (H_A) a gazdaságilag hasznos új tudás előállításában.

² A funkcionális forma megfelel a *Jones* [1995]-féle változatnak, azonban λ és φ értelmezése *Varga* [2006] esetében eltérő.

A φ paraméter értéke azt tükrözi, hogy a már meglévő tudás teljes állománya milyen mértékben befolyásolja a tudástermelést. Tekintettel arra, hogy A jelöli a kodifikált (könyvekben, tudományos publikációkban vagy szabadalmi dokumentációkban elérhető) tudás szintjét, φ a kodifikált tudás átterjedésének paramétere. A φ nagysága az A azon részét tükrözi, amely átterjed, és mint ilyen, értéke nagymértékben befolyásolja a kutatás hatékonyságát az új technológiák létrehozásában.

λ a kutatás átterjedésének paramétere. Minél nagyobb λ , annál erősebb az azonos számú kutató hatása a technológiai változásra. Szemben a φ - és δ -értékekkel, amelyek elsősorban a kutatási szektorra vonatkoznak, és mint ilyenek, értékük egzogen a gazdaság számára, λ endogén. Értéke a kutatók által felhalmozott (kodifikált és hallgatólagos) tudás terjedését tükrözi. A technológiai diffúzió háromféle kölcsönhatástól függ: először is a kutatók közötti interakciók intenzitásától (H_A); másodsor az állami kutatás minőségétől és attól, hogy a kutatási magánszektor milyen mértékben kapcsolódik hozzá (különösen az egyetemekhez) formális és informális kapcsolatok révén; harmadszor pedig a támogató/kapcsolódó iparágak és üzleti szolgáltatások fejlettségi szintjétől és az innováló cégek innovációs rendszerbe történő integrációjától. Az innovációs rendszerekről szóló kiterjedt szakirodalom bizonyítja, hogy ugyanaz a kutatói létszám a rendszer fejlettségétől függően eltérő hatékonysághoz vezethet. A Romer-egyenletben ez a λ nagyságában tükröződik.

A JFV-kereten belül egy sor tanulmány bizonyítja, hogy a tudásáramlás jelentős része térben korlátozott. Ezek az eredmények arra utalnak, hogy a $K + F$ -tevékenységek földrajzi szerkezete meghatározó tényező a technológiai változás és végső soron a gazdasági növekedés alakulásában. *Ceteris paribus*, egy olyan gazdaságban, ahol a $K + F$ -intézmények koncentrációja meghalad egy kritikus szintet, az intenzív tudásátvitel magasabb innovációs szintet eredményez, mint egy olyan rendszerben, ahol a kutatás egyenletesebben oszlik el a térben. Így λ érzékeny H_A térbeli szerkezetére is. Még azonos számú kutató esetén is eltérő értékeket vehet fel λ , attól függően, hogy a kutatás és fejlesztés milyen mértékben koncentrálódik a térben.

A vállalkozói tudás átterjedésének elmélete

A JFV tudásáramlási modellt Ács J. Zoltán és David B. Audretsch fejlesztették tovább, kidolgozva a vállalkozói tudásáramlás elméletét, hogy választ adjanak a következő kérdésre: „Mi az a csatorna, amelyen keresztül a tudásáramlás megvalósul?” Első lépésként az elmélet a fenti irodalmak közül kettőt, az új növekedélméletet (Romer) és az innováció új közgazdaságtanát (Nelson [1991]) foglalja magában, hogy megmagyarázza, hogyan segíti elő a vállalkozói tevékenység a tudás átterjedését.

A modern szintézis szerint a vállalkozó olyan személy, aki arra szakosodott, hogy értékítéleten alapuló döntéseket hozzon a szűkös erőforrások összehangolásáról (Lazear [2005]). Ebben a meghatározásban a „személy” kifejezés azt hangsúlyozza, hogy a vállalkozó egy egyén. Az értékítéleten alapuló döntések olyan döntések, amelyekre nem létezik nyilvánvalóan helyes eljárás – egy értékítéleten alapuló döntést

nem lehet egyszerűen úgy meghozni, hogy a rendelkezésre álló számokat betápláljuk egy tudományos képletbe, és a kapott szám alapján cselekszünk. Ebben a keretben a vállalkozói tevékenység a lehetőségek jellemzői és az azokat kihasználó emberek jellemzői közötti kölcsönhatáson múlik. Mivel a felfedezés kognitív folyamat, csak egyéni szinten történhet. Az egyének, akár egy meglévő szervezetben dolgoznak, akár munkanélküliek a felfedezés idején, a lehetőségeket felfedező entitások. Az embereket foglalkoztató szervezetek élettelenek, és nem tudnak részt venni a felfedezésben. Ezért a lehetőségek felfedezésének módjára vonatkozó bármilyen magyarázatnak az egyének által hozott döntéseken kell alapulnia, hogy hogyan szeretnék kihasználni az általuk felfedezett lehetőséget (*Hayek* [1937]).

Honnan származnak tehát a lehetőségek? Ma már tudjuk, hogy a technológiai lehetőségek endogén módon, az új tudásba történő beruházások révén jönnek létre. A *Romer* [1986] által formalizált új növekedési elmélet feltételezi, hogy a vállalatok egzogén módon léteznek, majd az endogén növekedési folyamat inputjaként új gazdasági tudás megszerzésében vesznek részt. A technológiai változás központi szerepet játszik a gazdasági növekedés magyarázatában, mivel a stabil növekedési pályán az egy főre jutó GDP növekedési üteme megegyezik a technológiai változás ütemével.

Az új tudás azonban nemcsak a technológiai változáshoz járul hozzá, hanem lehetőséget teremt arra is, hogy harmadik fél, gyakran kezdő vállalkozások is felhasználják (*Shane* [2001]). Az új tudás létrehozása a tudás átterjedése révén új lehetőségeket teremt, ezért a vállalkozói tevékenység nem egyszerűen a lehetőségek arbitrázsát jelenti (*Kirzner* [1973]), hanem a meglévő szervezetek által létrehozott, de el nem sajátított új lehetőségek kihasználását is (*Hellmann* [2007]). Így míg a vállalkozói szakirodalom a lehetőségeket egzogén módon létezőnek tekinti, addig az új gazdasági növekedéssel foglalkozó szakirodalomban a lehetőségeket szisztematikusan és endogén módon hozzák létre az új tudásba való célzott befektetés révén. Az *Audretsch* [1995] (48. o.) által javasolt vállalkozás tudásterjedési elmélete (*Knowledge Spillover Theory of Entrepreneurship*) „azt javasolja, hogy a megfigyelés egységét az egzogénként feltételezett vállalatokról az egyénekre – az új tudással szembesülő ágensekre és a döntésre, hogy cselekszenek-e az új tudás alapján, és hogyan – helyezzük át”.

Az elmélet lazít az endogén növekedési modell két központi (és valószínűtlen) feltételezésén, hogy olyan elméletet dolgozzon ki, amely javítja az endogén növekedéssel-mélet mikroökonómiai alapjait (*Ács és szerzőtársai* [2006]). Az első feltételezés szerint a tudás azonos a gazdaságilag hasznos tudással. Valójában – ahogy *Arrow* [1962] hangsúlyozta – a tudás természeténél fogva különbözik a hagyományos termelési tényezőktől, ami a tudás (K) és az általa gazdasági tudásnak nevezett tudás (K^C) közötti különbséget eredményezi. A második feltételezés a tudás feltételezett átgyűrűzésével kapcsolatos. A tudástényező létezését a tudás automatikus átterjedésével azonosítják, ami endogén növekedést eredményez. A vállalkozás tudásterjedési elméletében az *intézmények* eltérést, különbséget hoznak létre az új tudás és a gazdasági tudás között ($0 < K^C/K < 1$), ami miatt a tudás átterjedése alacsonyabb szintű.

A modellben az új termékinnovációk származhatnak akár a már működő szervezetektől, akár a vállalkozói startupoktól (*Schumpeter* [1934]). *Baumol* [2004] szerint

„a magán K + F-kiadások zöme bizonyítottan nagyon kis számú nagyon nagy cégtől származik. A forradalmi áttörések azonban továbbra is túlnyomórészt a kisvállalkozásoktól származnak, miközben a nagyvállalatok fokozatos újításokat csatornáznak be, amelyek összeadódva szintén jelentős hozzájárulást jelentenek.” (Baumol [2004] 9. o.)

Gondolhatunk olyan cégekre, amelyek a tudásáramlásra támaszkodnak innovációs tevékenységük során, az inkrementális innovációra, azaz termékfejlesztésekre helyezve a hangsúlyt (Ács–Audretsch [1988]). Azok az induló vállalkozások, amelyek hozzáférnek a meglévő tudásból és a vállalkozói tehetségből származó tudáskiáramláshoz, nagyobb valószínűséggel vesznek részt radikális innovációban, amely új iparágak kialakulásához vezet, vagy teljesen lecseréli a meglévő termékeket (Ács és szerzőtársai [1994]). A startup vállalkozások jelentős szerepet játszottak az olyan radikális innovációkban, mint a szoftverek, a félvezetők, a biotechnológia (Zucker és szerzőtársai [1998]) és az információs és kommunikációs technológiák (Jorgenson [2001]). E tevékenységek jelenléte különösen fontos az életciklus korai szakaszában, amikor a technológia még képlékeny.

Az alábbi (6) egyenlet szerint a startup vállalkozások száma (E) a várható profit (π^*) és a bérek (w) közötti különbség függvénye. A várható nyereség hatását az induló vállalkozások számára pozitívan befolyásolja a meglévő tudás (K) nagysága, és negatívan befolyásolja a már piacon lévő cégek által alkalmazott tudás. Ugyanakkor számos szakirodalmi forrás bizonyítja, hogy a vállalkozói tevékenységnek pénzügyi, intézményi és egyéni akadályai is vannak, ami a vállalkozói döntési egyenlet (6) formájához vezet:

$$E = \gamma \left[\pi^* (K^\xi) - w \right] / \beta, \quad (6)$$

ahol β a vállalkozói tevékenység ilyen intézményi és egyéni akadályait képviseli, például a kockázatkerülést, a pénzügyi korlátokat, valamint a jogi és szabályozási korlátozásokat (Acemoglu és szerzőtársai [2004]). Az ilyen akadályok megléte megmagyarázza, hogy a gazdasági szereplők miért dönthetnek úgy, hogy nem vállalkoznak, még akkor sem, ha olyan ismeretekhez férnek hozzá, amelyek egyébként potenciálisan jövedelmező lehetőséget teremtenének. Így ez a modell bemutatja, hogy a tudásbázisban meglévő helyi különbségek, a nagyvállalatok mint a tudás kiaknázását gátló tényezők jelenléte, valamint a vállalkozói kultúra hogyan magyarázhatja a vállalkozói aktivitás arányának regionális eltéréseit. A modell elsődleges elméleti előrejelzései a következők:

1. A tudásbázis növekedése pozitív hatással van a vállalkozás szintjére.
2. Minél hatékonyabban használják ki a már piacon lévő cégek a tudásáramlást, annál kisebb az új tudás hatása a vállalkozói tevékenységre.
3. A vállalkozói tevékenységekre negatívan hat a szigorúbb szabályozás, az adminisztratív akadályok megléte és a kormányzati piaci beavatkozás.

Így a vállalkozás központi szerepet játszik a gazdasági növekedés fokozásában, mivel olyan – bár nem egyedül – csatornaként szolgál, amelyen keresztül a már működő szervezetek által létrehozott tudás átáramlik az endogén módon új cégeket létrehozó szereplőkhöz. Az elmélet valójában az endogén vállalkozás elmélete, ahol a vállalkozás válasz az olyan új tudásba történő befektetések által teremtett lehetőségekre, amelyeket a már működő cégek még nem építettek be az üzletmenetbe. Az elmélet szerint a vállalkozói tevékenység

általában (*ceteris paribus*) nagyobb lesz olyan környezetben, ahol az új tudásba történő beruházások viszonylag nagyok, mivel az induló vállalkozások az új tudást ténylegesen előállító forrásból átáramló tudásból profitálnak. Alacsony tudásszintű környezetben az új ötletek hiánya nem fog vállalkozási lehetőségeket generálni a potenciális tudásterjedésre alapozva. Egy tanulmányorozatban Ács–Armington [2006], valamint Audretsch és szerzőtársai [2006] regionális szinten összekapcsolta a vállalkozói tevékenységet és a gazdasági növekedést. Ács és szerzőtársai [2006] nemzeti szinten azt találta, hogy a vállalkozás valóban magyarázatot ad a tudás átterjedésének mikéntjére.

Ács–Varga [2005] empirikusan tesztelte az elméletet a JFV-keretben. Modellezési megközelítésüket a korábban ismertetett (5) Romer-egyenlet értelmezésére építik. Abból a feltételezésből indulnak ki, hogy a λ paraméter értéke a vállalkozási szint hatását hordozza, mivel az új gazdasági tudás értéke bizonytalan. Bár a legtöbb kutatás-fejlesztést a tudásteremtő intézményekben (nagyvállalatok és egyetemek) végzik, ez nem jelenti azt, hogy ugyanazok az egyének, akik felfedezik a lehetőséget, fogják azt hasznosítani is. A vállalati szelekció elméletének egyik következménye az, hogy új vállalatok nagy számban léphetnek be egy iparágba, hogy kihasználják a tudás átterjedését. Minél magasabb a startupok aránya, annál nagyobb kell legyen a λ értéke a tudás átterjedése miatt.

Az empirikus modell, amelybe az (5) egyenletben szereplő λ paraméter beépül, a következő:

$$\log(NK) = \delta + \lambda \log(H) + \varphi \log(A) + \varepsilon, \tag{7}$$

$$\lambda = \beta_1 + \beta_2 \log(ENTR) + \beta_3 \log(AGGL), \tag{8}$$

ahol NK az új tudást (vagyis az A változását), $ENTR$ a vállalkozást, $AGGL$ az agglomerációt, A a nyilvánosan elérhető tudományos-technológiai ismeretek halmazát, míg ε a sztochasztikus hibtagot jelöli. A (8) behelyettesítése (7)-be a következő becslült egyenletet eredményezi:

$$\log(NK) = \delta + \beta_1 \log(H) + \beta_2 \log(ENTR) \log(H) + \beta_3 \log(AGGL) \log(H) + \varphi \log(A) + \varepsilon. \tag{9}$$

A (9) egyenletben a β_2 paraméter becslült értéke azt méri, hogy a kutatás a vállalkozói tevékenységgel kölcsönhatásban milyen mértékben járul hozzá a tudás átterjedéséhez. Az európai adatokra alkalmazva Ács–Varga [2005] a β_2 paramétert statisztikailag szignifikánsnak találta, ami a vállalkozás tudásterjedési elméletét alátámasztó bizonyítéknak tekinthető.

Agglomeráció – a végső határ

A JFV-modell kiterjeszhető az agglomerációs hatások tudásterjedésben betöltött szerepének empirikus vizsgálatára is. Az agglomerációs erők kulcsfontosságúak a technológiai változásban és ezáltal a gazdasági növekedés magyarázatában. Varga [2006] rámutat, hogy az (5) egyenletben λ nagyságát az agglomeráció is befolyásolja. Az

új gazdaságföldrajz meglátásai segíthetnek megérteni a $K + F$ térbeli szerkezetének makrogazdasági növekedésre gyakorolt dinamikus hatásait (*Baldwin–Forslid* [2000], *Fujita–Thisse* [2002], *Baldwin és szerzőtársai* [2003]). Ha az innováció során a többi kutatólaboratóriumhoz, egyetemhez, vállalathoz és üzleti szolgáltatáshoz való térbeli közelség számít, az a vállalatokat arra ösztönzi, hogy a $K + F$ -laboratóriumokat olyan régiókba telepítsék, ahol az innovációs rendszer szereplői már nagyobb sűrűségben vannak jelen, ezáltal csökkentve innovációs költségeiket.

Az innovációs rendszer térbeli koncentrációja tehát pozitív externáliák forrása, és ezek az externáliák (mint a $K + F$ elhelyezkedését vezető centripetális erők) meghatározzák annak a kumulatív folyamatnak az erejét, amely a gazdasági tevékenység egy adott térbeli szerkezetéhez vezet. Az agglomerációs hatások azonban lehetnek negatívak is. A lakhatási költségek és az utazási idő növekedése megdrágítja az innovációt, és arra ösztönözheti a laboratóriumokat, hogy elköltözzenek a régióból. A centrifugális és centripetális erők közötti tényleges egyensúly határozza meg az innovációs rendszer földrajzi szerkezetét. A (5) egyenletben szereplő λ nagyságának meghatározásán keresztül ez befolyásolja a technológiai fejlődés (dA/A) és végül a makrogazdaság növekedési ütemét is.

Varga [2000], [2001] a JFV-keretrendszer használva megbecsülte az agglomerációs hatások nagyságát. 125 egyesült államokbeli nagyvárosi területet felölelő adatsor alapján azt találta, hogy a csúcstechnológiai termelés és az üzleti szolgáltatások területi koncentrációja határozottan pozitív kapcsolatban áll a helyi akadémiai tudástranszfer intenzitásával. A tanulmány egyértelműen kimutatta a gazdasági tevékenységek térbeli koncentrációjából eredő növekvő hozadékot. Kiderült, hogy az egyetemi kutatásra fordított azonos összegű helyi kiadások drasztikusan eltérő innovációs kibocsátási szintet eredményeznek a nagyvárosi terület gazdasági tevékenységeinek koncentrációjától függően. Megállapítható, hogy az agglomeráció kritikus tömegét el kell érni ahhoz, hogy az egyetemi kutatási kiadások jelentős helyi gazdasági hatásai érzékelhetőek legyenek. Erre a kritikus tömegre hárommillió fő körüli városi népesség, valamint a csúcstechnológiai termelő létesítményekben és az üzleti szolgáltató cégekben foglalkoztattak 160 000, illetve 4000 fő körüli létszáma jellemző. A Varga [2001] tanulmány az egyetemi tudás átterjedésének agglomerációs hatásait két „csúcstechnológiai” ágazat (elektronika és műszergyártás) esetében mutatta ki.

Hogyan járulhat hozzá a JFV-keretrendszer az új gazdaságföldrajz által részletesen leírt agglomerációs dinamikák (azaz a λ dinamikája) empirikus vizsgálatához? A centripetális és centrifugális erők térszerkezetre gyakorolt hatásának empirikus modellezésére a kutatók számítható térbeli általános egyensúlyi (*spatial computable general equilibrium*, SCGE) modelleket dolgoznak ki (például *Thisse* [2003]). Ezek a modellek az új gazdaságföldrajz empirikus megfelelői, és rendkívül hatékony eszközök a gazdasági tevékenységek térbeli eloszlásának magyarázatára különböző kiindulási feltételezések mellett.

Most már technikailag lehetséges a JFV-megközelítést a makroökonometriai (Varga–Schalk [2004] és SCGE-modellezés kombinációjába integrálni, hogy tanulmányozni lehessen a tudás átterjedésének dinamikus hatásait a földrajzi elhelyezkedésre, a technológiai változásra és a makrogazdasági növekedésre. Ezzel a lépéssel

a JFV-modell kulcsfontosságú híd lesz az innováció földrajzával kapcsolatos tudományos kutatások és a különböző gazdaságfejlesztési forгатókönyvek tanulmányozására szolgáló gazdaságpolitikai elemzések között. Varga [2008] bemutatja, hogy a JFV-keretrendszer tanulságainak beépítése a fejlesztéspolitikai elemzésbe megnyitja annak lehetőségét, hogy ilyen szimulációkkal „új generációs modelleket” hozzanak létre, amelyekben a különböző szakpolitikai forгатókönyvek regionális, régiók közötti és makroszintű hatásai egyaránt tanulmányozhatók és egymással összehasonlíthatók. A GMR-Magyarország modell (Varga [2007]) az első ezen a területen.

Következtetések

A tanulmány bemutatta a Jaffe–Feldman-féle modellt, és értékelte annak jelentőségét a közgazdasági kutatás szempontjából. Ez a megközelítés széles körben alkalmazott eszközzé vált a tudásterjedés térbeli dimenziójának vizsgálatára különböző országokban, különböző ágazatokban és különböző térbeli léptékekben. Ezenkívül ez a modell a vállalkozói tevékenységgel, az agglomerációval és a növekedéssel kapcsolatos empirikus tanulmányok „igáslova” lett. A JFV-megközelítés az új generációs fejlesztéspolitikai modellezésben is kulcsfontosságú elemnek bizonyult. Így a JFV tudásáramlási modellje és annak kiterjesztései lehetőséget nyújtanak a tudásáramlás működési mechanizmusának újraértékelésére, és megnyitják az utat a regionális és makrogazdasági fejlődés új szempontú megértése előtt. Ha ez valóban megtörténik, akkor paradigmatváltság következik be a közgazdaság-tudományban.

Hivatkozások

- ACEMOGLU, D.–JOHNSON, S.–ROBINSON, J. [2004]: Institutions as the fundamental cause of long-run growth. Megjelent: *Aghion, P.–Durlauf, S. (szerk.): Handbook of Economic Growth*. Elsevier North Holland, New York, Vol. 1. Ch. 6. 405–472. o. [https://doi.org/10.1016/s1574-0684\(05\)01006-3](https://doi.org/10.1016/s1574-0684(05)01006-3).
- ÁCS, Z. J. [2013]: Jaffe–Feldman–Varga: The search for knowledge spillovers. Megjelent: *Zhang, T.–Stough, R. (szerk.): Entrepreneurship and economic growth in China*. Word Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Szingapúr, 37–70. o. https://doi.org/10.1142/9789814273374_0003.
- ÁCS, Z. J.–ARMINGTON, C. [2006]: *Entrepreneurship, Geography and American Economic Growth*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, <https://doi.org/10.1017/cbo9780511510816>.
- ÁCS, Z. J.–AUDRETSCH, D. B. [1988]: Innovation in large and small firms. An empirical analysis. *The American Economic Review*, Vol. 78. No. 4. 678–689. o. <https://www.jstor.org/stable/1811167>.
- ÁCS, Z. J.–AUDRETSCH, D. B. [1989]: Patents as a measure of innovative activity. *Kyklos*, Vol. 42. 171–180. o. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6435.1989.tb00186.x>.
- ÁCS, Z. J.–VARGA ATTILA [2002]: Geography, endogenous growth and innovation. *International Regional Science Review*, Vol. 25. 132–148. o. <https://doi.org/10.1177/016001702762039484>.

- ÁCS, Z. J.–VARGA ATTILA [2005]: Geography, endogenous growth and innovation. Entrepreneurship, agglomeration and technological change. *Small Business Economics*, Vol. 24. No. 3. 323–334. o. <https://doi.org/10.1007/s11187-005-1998-4>.
- ÁCS, Z. J.–AUDRETSCH, D. B.–FELDMAN, M. P. [1992]: Real effects of academic research: comment. *American Economic Review*, Vol. 82. 363–367. o.
- ÁCS, Z. J.–AUDRETSCH, D. B.–FELDMAN, M. P. [1994]: R&D spillovers and recipient firm size. *Review of Economic Statistics*, Vol. 99. 336–340. o. <https://doi.org/10.2307/2109888>.
- ÁCS, Z. J.–ANSELIN, L.–VARGA ATTILA [2002]: Patents and innovation counts as measures of regional production of new knowledge. *Research Policy*, Vol. 31. 1069–1085. o. [https://doi.org/10.1016/s0048-7333\(01\)00184-6](https://doi.org/10.1016/s0048-7333(01)00184-6).
- ÁCS, Z. J.–AUDRETSCH, D. B.–BRAUNERHJELM, P.–CARSSON, B. [2006]: The knowledge spillover theory of entrepreneurship. Center for Economic Policy Research, London.
- ANSELIN, L. [1988]: *Spatial Econometrics: Methods and Models*. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.
- ANSELIN, L. [2001]: *Spatial Econometrics*. Megjelent: *Baltagi, B. (szerk.): A Companion to Theoretical Econometrics*. Basil Blackwell, Oxford, 310–330. o.
- ANSELIN, L.–VARGA ATTILA–ÁCS, Z. J. [1997]: Local geographic spillovers between university research and high technology innovation. *Journal of Urban Economics*, Vol. 42. 422–448. o. <https://doi.org/10.1006/juec.1997.2032>.
- ANSELIN, L.–VARGA ATTILA–ÁCS, Z. J. [2000a]: Geographic and sectoral characteristics of academic knowledge spillovers. *Papers in Regional Science*, Vol. 79. 435–445. o. <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.2000.tb01766.x>.
- ANSELIN, L.–VARGA ATTILA–ÁCS, Z. J. [2000b]: Geographic spillovers and university research: a spatial econometric approach. *Growth and Change*, Vol. 31. 501–515. o. <https://doi.org/10.1111/0017-4815.00142>.
- ARROW, K. [1962]: The economic implications of learning by doing. *Review of Economic Studies*, Vol. 29. 155–173. o. <https://doi.org/10.2307/2295952>.
- AUDRETSCH, D. B. [1995]: *Innovation and Industry Evolution*. MIT Press, Cambridge, MA.
- AUDRETSCH, D. B.–FELDMAN, M. P. [1996]: R&D spillovers and the geography of innovation and production. *American Economic Review*, Vol. 86. 630–640. o.
- AUDRETSCH, D. B.–KEILBACH, M. C.–LEHMANN, E. E. [2006]: *Entrepreneurship and Economic Growth*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- BALDWIN, R. E.–FORSLID, R. [2000]: The core–periphery model and endogenous growth. Stabilising and de-stabilizing integration. *Economica*, Vol. 67. 307–324. o. <https://doi.org/10.1111/1468-0335.00211>.
- BALDWIN, R.–FORSLID, R.–MARTIN, PH.–OTTAVIANO, G.–ROBERT-NICOUD, F. [2003]: *Economic Geography and Public Policy*. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- BAUMOL, W. [2004]: Entrepreneurial enterprises, large established firms and other components of the free-market growth machine. *Small Business Economics*, Vol. 23. No. 1. 9–21. o. <https://doi.org/10.1023/b:sbej.0000026057.47641.a6>.
- BRACZYK, H.–COOKE, P.–HEIDENREICH, M. [1998]: *Regional Innovation Systems: The Role of Governances in a Globalized World*. UCL Press, London.
- CLARK, G. L.–FELDMAN, M. P.–GERTLER, M. S. [2000]: *The Oxford Handbook of Economic Geography*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- FELDMAN, M. P. [1994]: *The Geography of Innovation*. Kluwer Academic Publishers, New York, NY.

- FELDMAN, M. P.–AUDRETSCH, D. B. [1999]: Innovation in cities. Science-based diversity, specialization and localized competition. *European Economic Review*, Vol. 43. No. 2. 409–429. o. [https://doi.org/10.1016/s0014-2921\(98\)00047-6](https://doi.org/10.1016/s0014-2921(98)00047-6).
- FELDMAN, M. P.–FLORIDA, R. [1994]: The geographic sources of innovation: technological infrastructure and product innovation in the United States. *Annals of the Association of American Geographers*, Vol. 84. 210–229. o. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8306.1994.tb01735.x>.
- FUJITA, M.–THISSE, J. [2002]: *Economics of Agglomeration. Cities, Industrial Location, and Regional Growth*. Cambridge University Press, Cambridge, MA–London.
- FUJITA, M.–KRUGMAN, P.–VENABLES, A. [1999]: *The Spatial Economy*. MIT Press Cambridge, MA.
- GRILICHES, Z. [1979]: Issues in assessing the contributions of research and development to productivity growth. *The Bell Journal of Economics*, Vol. 10. 92–116. o. <https://doi.org/10.2307/3003321>.
- HAYEK, F. A. VON [1937]: Economics and knowledge. *Economica (New Series)*, Vol. 4. 33–54. o. <https://doi.org/10.2307/2548786>.
- HELLMANN, T. [2007]: When do employees become entrepreneurs? *Management Science*, Vol. 53. No. 6. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1060.0648>.
- JAFFE, A. [1989]: The real effects of academic research. *American Economic Review*, Vol. 79. 957–970. o.
- JAFFE, A.–TRAJTENBERG, M. [2002]: *Patents, Citations and Innovations: A Window on the Knowledge Economy*. MIT Press, Cambridge, MA.
- JAFFE, A.–TRAJTENBERG, M.–HENDERSON, R. [1993]: Geography, location of knowledge spillovers as evidence of patent citations. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 108. 483–499. o. <https://doi.org/10.2307/2118401>.
- JAFFE, A.–TRAJTENBERG, M.–HENDERSON, R. [2005]: Patent citations and the geography of knowledge spillovers. A reassessment: Comment. *American Economic Review*, Vol. 95. No. 1. 461–465. o. <https://doi.org/10.1257/0002828053828644>.
- JONES, C. [1995]: R&D based models of economic growth. *Journal of Political Economy*, Vol. 103. 759–784. o. <https://doi.org/10.1086/262002>.
- JORGENSEN, D. W. [2001]: Information technology and the US economy. *American Economic Review*, Vol. 91. 1–32. o. <https://doi.org/10.1257/aer.91.1.1>.
- KIRZNER, I. M. [1973]: *Competition and Entrepreneurship*. University of Chicago Press, Chicago, IL.
- KRUGMAN, P. [1991]: Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, Vol. 99. 483–499. o. <https://doi.org/10.1086/261763>.
- KUHN, T. [1962]: *The Structure of Scientific Revolutions*. The University of Chicago Press, Chicago, IL.
- LAZEAR, E. P. [2005]: Entrepreneurship. *Journal of Labor Economics*, Vol. 23. No. 4. 649–680. o. <https://doi.org/10.1086/491605>.
- NELSON, J. R. [1991]: *National Innovation Systems*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- ROMER, P. [1986]: Increasing returns and economic growth. *Journal of Political Economy*, Vol. 94. 1002–1037. o. <https://doi.org/10.1086/261420>.
- ROMER, P. [1990]: Endogenous technological change. *Journal of Political Economy*, Vol. 98. S71–S102. o. <https://doi.org/10.1086/261725>.
- SCHUMPETER, J. A. [1934]: *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press, Cambridge, MA.

- SHANE, S. [2001]: Technological opportunity and new firm creation. *Management Science*, Vol. 47. No. 2. 205–220. o. <https://doi.org/10.1287/mnsc.47.2.205.9837>.
- THISSEN, M. [2003]: RAEM 2.0. A Regional Applied General Equilibrium Model for the Netherlands. Kézirat, 19 o. https://www.researchgate.net/publication/288897500_RAEM_Regional_Applied_general_equilibrium_model_for_the_Netherlands.
- THOMPSON, P.–FOX-KEAN, M. [2005a]: Patent citations and the geography of knowledge spillovers. A reassessment. *American Economic Review*, Vol. 95. No. 1. 450–460. o. <https://doi.org/10.1257/0002828053828509>.
- THOMPSON, P.–FOX-KEAN, M. [2005b]: Patent citations and the geography of knowledge spillovers: a reassessment: Reply. *American Economic Review*, Vol. 95. No. 1. 465–466. o. <https://doi.org/10.1257/0002828053828617>.
- VARGA ATTILA [1998]: *University Research and Regional Innovation: A Spatial Econometric Analysis of Academic Technology Transfers*. Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.
- VARGA ATTILA [2000]: Local academic knowledge spillovers and the concentration of economic activity. *Journal of Regional Science*, Vol. 40. 289–309. o. <https://doi.org/10.1111/0022-4146.00175>.
- VARGA ATTILA [2001]: Universities and regional economic development. Does agglomeration matter? Megjelent: *Johansson, B.–Karlsson, C.–Stough, R.* (szerk.): *Theories Analytical framework and knowledge inventory of Endogenous Regional Growth – Lessons for Regional Policies*. Springer, Berlin, 345–367. o.
- VARGA ATTILA [2006]: The spatial dimension of innovation and growth: empirical research methodology and policy analysis. *European Planning Studies*, Vol. 9. 1171–1186. o. <https://doi.org/10.1080/09654310600933298>.
- VARGA ATTILA [2007]: GMR-HUNGARY: A complex macro-regional model for the analysis of development policy impacts on the Hungarian economy. Final Report, Project No. NFH 370/2005.
- VARGA ATTILA [2008]: From the geography of innovation to development policy analysis: the GMR-approach. *Annales d'Économie et de Statistique*, Vol. 87–88. 83–102. o. <https://doi.org/10.2307/27650043>.
- VARGA ATTILA–SCHALK, H. J. [2004]: Knowledge spillovers, agglomeration and macroeconomic growth: an empirical approach. *Regional Studies*, Vol. 38. 977–989. o. <https://doi.org/10.1080/0034340042000280974>.
- ZHANG, T.–STOUGH, R. (szerk.) [2013]: *Entrepreneurship and economic growth in China*. Word Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Szingapúr.
- ZUCKER, L. G.–DARBY, M. R.–BREWER, M. B. [1998]: Intellectual human capital and the birth of US biotechnology enterprises. *American Economic Review*, Vol. 88. No. 1. 290–306. o.