

# A GMR-EURÓPA MODELL ÉS ALKALMAZÁSA EU KOHÉZIÓS POLITIKAI REFORMOK ELŐZETES HATÁSVIZSGÁLATA SORÁN <sup>1</sup>

VARGA ATTILA – JÁROSI PÉTER – SEBESTYÉN TAMÁS  
*PTE KTK*

A GMR fejlesztéspolitikai hatáselemző modellrendszer kidolgozása és annak folyamatos fejlesztése a Pécsi Tudományegyetem Közgazdaságtudományi Karán folyó kutatások eredménye. A tanulmányban bemutatott GMR-Európa modell kifejlesztését az EU 7. Keretprogramja finanszírozta. Jelen tanulmány a GMR-Európa modell leíró, nem technikai jellegű bemutatására vállalkozik. A modellszerkezet leírása után a második részben a modellben rejlő lehetőségeket illusztráló számításokat mutatunk be. E modell-szimulációk, melyeket az Európai Bizottság számára a közelmúltban készített gazdaságpolitikai elemzéseink közül válogattunk, az EU új kohéziós politikájának tervezésével voltak kapcsolatosak.

*Kulcsszavak:* TFP, SCGE modellek, DSGE modellek, hatáselemzés, K+F, emberi tőke, EU kohéziós politika. *JEL:* H41,O31, O40.

## 1 Bevezetés

A makroszintű gazdasági növekedés feltételeinek javítását célzó fejlesztéspolitikai eszköztár egyik kulcseleme a regionális innováció-politika. A regionális innováció ösztönzésének változatos módszerei fejlődtek ki az utóbbi évtizedekben (OECD 2010). Ide tartoznak a vállalati technológiai szint emelését célzó intézkedések (vállalatalapítási és beruházási támogatások, adó-könnyítések, kamattámogatások, a kockázati tőkéhez való hozzájutás elősegítése), de a helyi technológiai környezet javítása is (a közösségi kutatások és a vállalati K+F támogatása, az emberi tőke fejlesztése, az ipar-egyetem együttműködések ösztönzése, a fizikai infrastruktúra fejlesztése).

A fejlesztéspolitikai intézkedések előzetes és utólagos hatásvizsgálatára különféle gazdasági modellek terjedtek el a gyakorlatban. Ezen modellek használatára a beavatkozások által közvetlenül érintett gazdasági szereplőknél jelentkező hatásokon túlmutató (a GDP-ben, foglalkoztatásban, bérekben, stb. megjelenő), tovagyűrűző változások nyomán követése miatt van szükség.

---

<sup>1</sup>A tanulmány alapjául szolgáló GMR-Európa modell kifejlesztését az EU 7. Keretprogramja (IAREG, 2008-2011, no 216813) finanszírozta. Szeretnénk köszönetünket itt is kifejezni Raffaele Paci, Barbara Dettori and Emanuela Marrocu felé a CRENOS kutatóintézetben összeállított regionális emberi tőke, társadalmi tőke és TFP adatok rendelkezésre bocsátásáért. Köszönet illeti Hau Orsolyát és Horváth Mártont a számítások során nyújtott értékes segítségért. Beérkezett: 2013. július 11. E-mail: [vargaa@ktk.pte.hu](mailto:vargaa@ktk.pte.hu).

A modellek szerkezetét az alapjaikul szolgáló gazdaságelméletek és a rendelkezésre álló adatokból nyert információk együttesen szabják meg. Az Európai Bizottság által a kohéziós politikák eredményességének vizsgálatára leggyakrabban használt makrogazdasági modellek változatos elméleti alapokon állnak: a döntően keresletoldali megalapozású HERMIN modell (ESRI 2002), vagy a klasszikus általános egyensúlyelmélet talaján álló ECOMOD modell (Bayar 2007) éppúgy használatos, mint az újklasszikus szintézist követő QUEST III modell (Ratto, Roeger and Veld 2009).

A tanulmányban bemutatásra kerülő GMR (Geographic Macro and Regional – „földrajzi makro és regionális”) modell újdonsága a fent bemutatott (és a hatáselemzésekben tipikusnak tekinthető) makroökonómiai modellekhez viszonyítva az, hogy integrálja a teret a modell szerkezetébe, ami által a térbeli tudásáramlások, az agglomerációs hatások, vagy az interregionális kereskedelem és a migráció következményei közvetlenül megfigyelhetőekké válnak. A térbeli közelítésből eredő további újdonsága a modellnek az, hogy általa nemcsak a makroökonómiai, de a regionális hatások is követhetőekké válnak.

A GMR modellezési irányzatot és annak közgazdaságtani gyökereit Varga (2006, 2009) írja le, a modell gazdaságpolitikai vonatkozásait pedig Varga (2015) mutatja be részletesen. A modellezési irányzat első megvalósulása a Nemzeti Fejlesztési Hivatal számára kidolgozott és az 1. Nemzeti Fejlesztési Terv (2004–2006) hatáselemzésére alkalmazott EcoRET modell (Schalk és Varga 2004). Az EcoRET modell továbbfejlesztéseképpen született meg a GMR-Magyarország modell, melyet a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség rendszeresen használ kohéziós politikai hatáselemző vizsgálatainak során (Varga 2007, Varga, Járosi, Sebestyén 2014). A tanulmányban bemutatott GMR-Európa modell kifejlesztését az EU 7. Keretprogramja finanszírozta. A modellt az EU 6. Kutatási Keretprogramja regionális- és makro-szintű hatásainak vizsgálata során alkalmaztuk először (Varga, Járosi és Sebestyén 2009). Legutóbbi modellszámításainkat, melyek az új kohéziós politika lehetséges irányainak kimunkálása során kerültek felhasználásra, az Európai Bizottság (DG Regio) megrendelésére végeztük el. A modell részletes technikai leírása Varga, Járosi és Sebestyén (2009), Varga, Pontikakis és Chorafakis (2014), valamint Varga és Törma (2010) munkáiban található meg.

Miért lényeges a földrajzi dimenzió szerepeltetése a fejlesztéspolitikai hatáselemzésben? Miért nevezzük a modellt egyszerre „makro” és „regionális” modellnek? A földrajz legalább négy szempontból játszik meghatározó szerepet a fejlesztéspolitikai beavatkozások eredményességében (Varga 2006). Először is, minden beavatkozás a tér egy adott pontjában történik, és annak hatásai onnan terjedhetnek tovább távolabbi pontokba. Másodsor, az induló effektus a pozitív, vagy negatív agglomerációs hatások eredményeképpen felszorzozódhat, vagy akár kissébbé is válhat, már viszonylag rövid távon. Harmadszor, a beavatkozás eredményeképpen esetlegesen kiváltott munka és tőke migráció tovább növelheti, vagy csökkentheti a kiinduló hatásokat, melyek révén a gazdaság térszerkezete is átrendeződhet (dinamikus agglomerációs hatások). Negyedszer, az előbbi földrajzi hatások következtében, ugyanolyan értékű és szerkezetű fejlesztéspolitikai beavatkozások, azok eltérő

térbeli eloszlásai révén eltérő makroökonómiai eredményeket vonnak maguk után. Ezen különböző eredmények kimutatására a térnélküli, hagyományos modellek nem képesek, következésképpen az általuk adott hatások torzítottak lesznek.

A „régio” földrajzi referencia pont a GMR modellben. Olyan térbeli egység, mely a nemzeti szintnél alacsonyabb aggregációt jelent és alkalmas az innovációt mozgató közelségi kapcsolatok megjelentetésére. Az intraregionális interakciók mellett a modell az interregionális interakciókat is számításba veszi, ide tartoznak a régióhatárokat átlépő tudásáramlások, a régiók közötti kereskedelem, vagy a munka- és tőkemigráció. A „makro” szint ugyancsak fontos a fejlesztéspolitikai hatások modellezése szempontjából: a költségvetési vagy a monetáris politika intézkedései, a nemzeti szintű szabályozások vagy a nemzetközi hatások szintén potenciálisan releváns tényezők ebből a szempontból. A modell a beavatkozásoknak mind a makro mind a regionális szintű eredményeit szimulálja és lehetővé teszi különböző scenáriók makro és regionális gazdasági hatásainak összehasonlítását.

A GMR modellezési irányzat a közgazdaságtan különböző tradícióiban gyökerezik. Míg a térbeli tudásáramlások és azokban az agglomerációs hatások szerepének modellezése során az innováció földrajza irodalmában kifejlesztett módszerekre (Anselin, Varga és Ács 1997, Varga 2000) épít a GMR irányzat, addig az interregionális kereskedelem és migráció, valamint a dinamikus agglomerációs hatások modellezésénél egy olyan empirikus általános egyensúlyi modell kerül felépítésre, mely az új gazdaságföldrajz talaján áll (Krugman 1991, Fujita, Krugman, Venables 1999). A makroökonómiai összefüggések megragadása pedig a megfelelő makroökonómiai elméletek felhasználása révén történik.

A GMR modellek három rész-modellből épülnek fel: a regionális TFP („Total Factor Productivity” – teljes tényező termelékenység) blokkból, a térbeli számítható általános egyensúlyi („Spatial Computable General Equilibrium” – SCGE) blokkból és a makroökonómiai (MACRO) blokkból (Varga 2008). A tanulmány első része a GMR-Európa modell leíró, nem technikai jellegű bemutatására vállalkozik. A tanulmány második részében a modellben rejlő lehetőségeket illusztráló számításokat mutatunk be. A modellszimulációk, melyeket az Európai Bizottság számára a közelmúltban készített gazdaságpolitikai elemzéseink közül válogattunk, az EU akkor formálódó új kohéziós politikájával kapcsolatosak. A tanulmány a következő szerkezetet követi: a második fejezet (négy alfejezetben) körvonalazza a GMR-Európa modellt, a harmadik fejezet pedig gazdaságpolitikai hatáselemzési eredményeket közöl.

## 2 A GMR-Európa modell szerkezete

A GMR-Európa modell három részmodellt integrál, három blokkba szervezve: a regionális termelékenység (TFP), a regionális térbeli számszerűsített egyensúlyi (SCGE) és a makroökonómiai (MACRO) blokkokba. A regionális K+F-

et és emberi tőkét célzó beavatkozások (munkára és tőkére vetített) termelékenységi hatására a TFP modell-blokkban számítódnak ki a becsült értékek. Az így beállt TFP változásoknak a regionális input és output keresletre és kínálatokra, valamint ezek áraitra való hatásait az SCGE modell-blokk becsli meg. Ugyanebben a blokkban számítjuk ki a beavatkozások eredményeképpen várható régiók közötti migráció nagyságát is. A migráció ugyanakkor változást eredményezhet a beavatkozások eredeti TFP hatásaiban is, hiszen például egy régió megnövekedett munkaerő állománya megnöveli az esélyét annak, hogy a K+F beavatkozás révén kidolgozott műszaki ötlet többekhez is eljusson és ezáltal több vállalatnál is megnövelje a termelékenységet. Amit viszont a statikus SCGE modell nem tud kiszámítani, az a foglalkoztatottságban ( $L$ ) és a tőkeállományban ( $K$ ) beállt változás. A modell bármely aggregált  $L$  és  $K$  nagysághoz meg tudja határozni azok régiók közötti eloszlását, de az aggregált értékeknek a TFP változások eredményeképpen kialakult új nagyságait már nem tudja megbecsülni. Ezt a feladatot a modellbe integrált MACRO blokk látja el. A GMR-Európa modell a QUEST III makromodell eredményeit használja fel a regionális dinamikus hatások kiszámítása céljából. A három modell-blokk kölcsönös kapcsolatban áll egymással és addig fut a számítógépen, amíg a főbb változókra (GDP, foglalkoztatás, tőkeállomány) kiszámított regionális hatások összege (melyek a TFP és az SCGE modellekben számítódnak ki) meg nem egyezik a MACRO blokk által kiszámított európai szintű értékekkel.

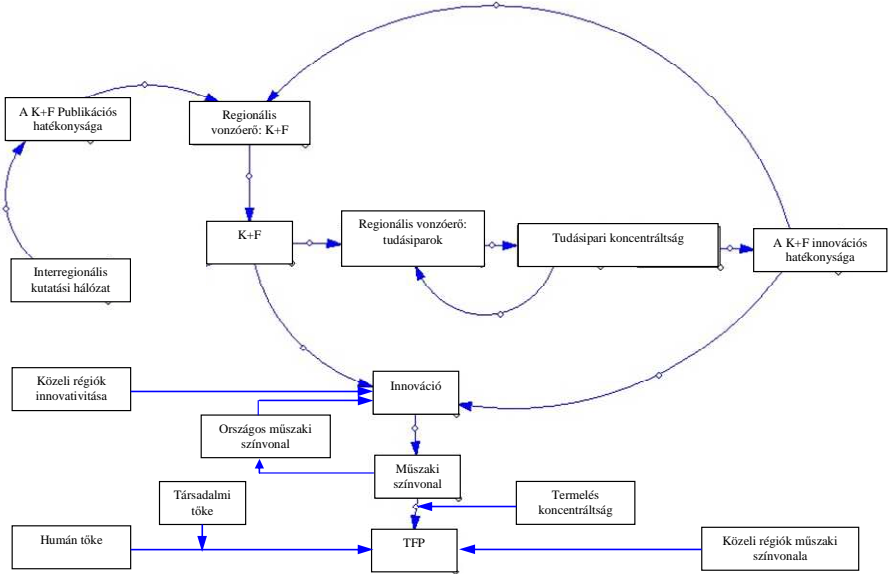
A modell megalkotása során többféle forrásból származó adatokat használunk. Egyes adatok könnyen hozzáférhetőek például az Eurostat honlapjáról (ilyenek a New Cronos adatbázis regionális szabadalmi, K+F vagy foglalkoztatottsági adatai), mások az Európai Bizottság célzott adatgyűjtésének az eredményei (az 5. és a 6. Kutatási keretprogramok, vagy a regionális publikációk adatai). A modell az EU 164 NUTS 2-es régióját foglalja magában. A TFP modell-blokk egyenleteinek becslését a SpaceStat programcsomag, az SCGE és a MACRO modell-blokkok becsléseit és futtatásait pedig a MATLAB szoftver felhasználásával végeztük el.

## 2.1 A regionális termelékenységi (TFP) blokk

A regionális TFP blokk a regionális innováció irodalma eredményeinek formalizált szintéziseként is értelmezhető. A blokkot alkotó egyenletekhez vezető ökonometriai becslések részletes bemutatása Varga, Pontikakis és Chorafakis (2014) és Varga, Járosi és Sebestyén (2009) munkáiban található meg. A paraméterek ökonometriai becslése képezte az alapját annak a kalibrálási folyamatnak, melynek során minden egyes, a mintában szereplő régióra ráillesztettük a TFP blokkot alkotó egyenletrendszer, mégpedig azokkal a paraméterekkel, melyek a legprecízebb módon adták vissza a régiók adatait. A regionális TFP-re ható változókat és a köztük fennálló összefüggéseket az 1. ábra mutatja be.

A K+F beavatkozások hatásmechanizmusa az ábrából jól követhető. A kutatástámogatások direkt hatása az innovációra (amelyet, a szakirodalom-

ban elfogadott módon, éves bontásban, a regionális szabadalmak számával mérünk) néhány év késéssel jelentkeznek. Az új szabadalmak növelik a régió műszaki színvonalát (melyet a szabadalmak kumulált értékével mérünk), ami aztán meghatározza a regionális termelékenységet (TFP-t).



1. ábra. A regionális TFP-t meghatározó tényezők hatásmechanizmusa a GMR-Európa modell TFP blokkjában

Azt, hogy a K+F ösztönzés direkt hatása mennyire erős egy-egy régióban, számos tényező befolyásolja. Ezeket a tényezőket a regionális innovációt befolyásoló adottságoknak, kondícióknak nevezzük. A modell eredményei szerint a tudásiparok regionális koncentrációja, a régió közelsége más innovatív régiókhoz, az országos technológiai szint és a régiók nemzetközi tudományos hálózatokba való beágyazottsága, illetve az ezen feltételek által kiváltott pozitív visszacsatolási mechanizmusok eredményeképpen létrejövő további hatások tartoznak a figyelembe vehető feltételek közé.

Figyelmünket mindenekelőtt fókuszáljuk a K+F innovációs hatékonyságára (Varga 2000, Fritsch 2002). Mit is értünk ez alatt? Ugyanolyan mértékű kutatástámogatás nem feltétlenül eredményez minden régióban ugyanakkora innováció gyarapodást. Tehát az új K+F erőforrásokat nem minden régió képes ugyanolyan hatékonysággal feldolgozni. Ennek igen sok oka lehet. Ezeket az okokat az adatok adta aggregátság mellett legjobban a regionális tudásiparok koncentrátságával közelíthetjük. A tudásiparok közé tartoznak a különböző szektorokban tevékenykedő technológia-intenzív vállalatok és üzleti szolgáltató cégek, melyek meghatározóak abban a tekintetben, hogy egy-egy kutatási eredményből termék fejlődik-e ki, vagy sem. Például, lehet egy egyetem bármennyire is kiváló nemzetközileg, ha a régióban nincsenek olyan vállalatok, melyek a kutatási ötleteket továbbvinnék a termékfejlesztés

felé, vagy nincsenek olyan szabadalom-jogi, informatikai, vagy marketing feladatokkal foglalkozó szolgáltató vállalatok, melyek a termékbevezetést tovább segítenék, a régió nem lesz innovatív és tudásalapon fejlődő, bármennyire is kiváló kutatók dolgoznak a helyi egyetemi laboratóriumokban (Lengyel 2009). Az összefüggés fordítva is fennáll: magas tudásipari koncentráció esetén a régióban folyó K+F tevékenységek magasabb innovációs szintet eredményeznek. A szakirodalom nagyszámú tanulmány alapján meggyőzően bizonyítja, hogy az innovációban részt vevő szervezetek (egyetemek, privát kutatóintézetek, innovatív vállalatok, szolgáltató cégek) közötti tudásáramlások nagy része térben behatárolt módon zajlik (például Anselin, Varga és Acs 1997). Ahogy fentebb láttuk, az általunk használt modell szerint is, a tudásiparok regionális koncentráltsága intenzívebbé teszi a helyi tudásáramlásokat és ezáltal az innovációt is. A tudásáramlások azonban nem feltétlenül állnak meg a régióhatároknál. Az 1. ábra közepén elhelyezkedő, a regionális innováció szintjét reprezentáló „Innováció” dobozhoz vezető (eddig még nem tárgyalt) harmadik nyíl a közeli régiók innovativitásának hatását jelzi az adott régióra. Azok a régiók, melyek jól megközelíthetőek (közel fekszenek magas innovációs aktivitást mutató régiókhoz és/vagy kiváló közlekedési kapcsolatban vannak más innovatív régiókkal), könnyebben kerülnek kapcsolatba olyan, más régiókban tevékenykedő szereplőkkel, melyek komplementer tudással bírnak az innovációk kifejlesztése során, következésképpen innovatívabbak is lesznek, mint azok a régiók, melyek nehezebben megközelíthetőek.

Az 1. ábrában az innovációhoz vezető negyedik nyíl az országos műszaki színvonal pozitív hatását mutatja, amit igen erősen igazolnak az ökonometriai becslések. Vagyis: ahogyan az országos szintű innovativitás nem lehetséges innovatív régiók nélkül, úgy innovatív régiók sem működhetnek olyan országban, ahol a technológia általános szintje nem mutat elégséges mértékű fejlettséget.

A régiók innovativitása nemcsak a tudásiparok koncentráltságától, a régió fizikai elérhetőségétől, vagy az országos műszaki szinttől, de a regionális kutatások nemzetközi beágyazottságától is függ, ahogyan ez a modell becsléseiből kiolvasható. Az innovációhoz nélkülözhetetlen tudáselemek ugyanis csak részben érhetőek el a régióból, vagy ahhoz közeli területekről. Az olyan tudáselemek esetén ugyanis, melyek átadása nem igényel gyakori személyes kontaktusokat (vagyis nem kell térben közel elhelyezkedni a tudásátadásban résztvevő szereplőknek, hiszen a tudás, annak leírható formájából következően, tanulmányokban, interneten stb. könnyen közvetíthető), a nagy távolságokban való tudásáramlás is működik. A tudományos kutatófolyamat több részterülete is olyan, hogy egymástól messze elhelyezkedő tudóscsoportok együttműködése révén is művelhető. A kutatók írott formában cserélhetik eredményeiket, vagy éppen elégséges az is, ha csak alkalmanként (kutatói látogatások, konferenciák során) találkoznak egymással azon célból, hogy a kutatás részleteit megvitassák. A többi folyamat a térben akár nagy távolságokban is tevékenykedő kutatócsoportok munkája révén már nagy biztonsággal megvalósítható. Minél gazdagabb egy régió kutatóinak nemzetközi kapcsolatrendszere, annál inkább képesek élvonalbeli kutatásokra, amit úgy is megfogalmazhatunk, hogy a kutatók aktív nemzetközi kapcsolatrendszere

meghatározza a regionális K+F tudományos publikációs hatékonyságát. Ez a publikációs hatékonyság aztán kihat a régió innovativitására is azáltal, hogy a publikációs hatékonyság befolyásolja a régió vonzerejét újabb K+F források irányába.

A GMR-modell a fenti tényezőkön kívül figyelembe veszi azokat a kumulatív (pozitív visszacsatolásokon keresztül érvényesülő) hatásokat is, amelyek hosszabb távon meghatározóak lehetnek a K+F ösztönzését célzó politikák hatásossága szempontjából. Az 1. ábrán mindezek a folyamatok világosan nyomon követhetőek. A beavatkozás révén megvalósuló intenzívebb kutatási aktivitás ugyanis további tudásipari koncentrációhoz vezethet azáltal, hogy más régiókból, vagy akár új cégek születése révén, még több vállalat lát innovációs hasznosítási lehetőségeket azokban a tudományos kutatásokban, melyek a régióban folynak. A megnövekedett tudásipari koncentráció aztán megnöveli a regionális kutatások innovációs hatékonyságát is. (Lásd az 1. ábra K+F-ből jobbra kiágazó nyilait.) A folyamat azonban nem áll itt le: a megemelkedett innovációs kutatási hatékonyság további K+F erőforrást vonzhat a régióba, akár a magánkutatások növekedése, akár az újabb pályázati támogatások megszerzése révén. Újabb K+F beáramlást nemcsak a kutatások innovációs hatékonysága, hanem a K+F publikációs hatékonysága is eredményezhet. Ez utóbbit (ahogyan fentebb részleteztük) a modellben a kutatások nemzetközi beágyazottsága szabja meg döntően.

Összefoglalóan: minél gazdagabb a régió kutatóinak nemzetközi kapcsolatrendszere és minél nagyobb a tudásiparok agglomeráltsága a régióban, annál több további K+F-et tud a régió bevonítani, ami annak innovativitását (részben közvetlenül, a megnövekedett kutatási erőforrások, részben pedig közvetetten, a tovább javult K+F innovációs hatékonyság révén) még tovább növeli. A kumulatív folyamat természetesen akár évtizedeket is igénybe vehet, de a modellből is kiolvashatóan, jelen van, működik az európai régiók esetében is.

A fentiek a K+F beavatkozás innovációra gyakorolt rövid és hosszú távú hatásait írták le. A GMR modell ennél tovább megy és a termelékenység megváltozásán keresztül a regionális és aggregált (nemzeti és EU-szintű) gazdasági (GDP, foglalkoztatottság etc.) hatásokat is vizsgálja. Ehhez első lépés a termelékenységben (TFP) beállt változások nyomon követése. A K+F ösztönzés révén megnövekedett innovativitás növeli a régió műszaki színvonalát, ez pedig pozitívan hat a regionális TFP-re. Ez a hatás azonban változik régióként. Ott, ahol az ipari termelés jelentős koncentrátságot mutat, az új műszaki lehetőségek gyorsabban terjednek a vállalatok közötti kapcsolati formák (a munkaerőmozgás, vagy a közelség által erősített gyors informális tudásáramlások) révén. Az ipar agglomeráltsága tehát növeli a helyi technológia-diffúzió intenzitását. Azonban a technológia-diffúzió sem áll meg a régióhatároknál: a régió fizikai megközelíthetősége becsatornázza az egyéb régiókból áramló tudást is a helyi termelékenység növekedésébe.

A GMR-Európa modell által vizsgált másik innováció-ösztönző eszköz az emberi tőke fejlesztése (az oktatás, képzés-továbbképzés lehetőségeinek javítása révén). A modellből kiolvasható (és az 1. ábrán is követhető), hogy

ugyanolyan mértékű humán tőke fejlesztést célzó beavatkozások eltérő eredményekre vezethetnek, attól függően, hogy a régióban mennyire magas a társadalmi tőke színvonala. A társadalmi tőke (ami a régióban élők egymás felé való nyitottságát, együttműködésre való képességét, egymás felé irányuló bizalmát jelzi) ugyanis meghatározza azt, hogy a beavatkozások eredményeképpen megnövekedett számú képzett szakember mennyire hajlamos az egymással való kooperálásra, a tudás kicserélésre, vagy annak közös továbbfejlesztésére, ami viszont döntően befolyásolhatja a termelékenységre gyakorolt hatást.

## 2.2 A regionális térbeli számszerűsített egyensúlyi (SCGE) blokk

A térbeli számítható általános egyensúlyi (SCGE) modellek<sup>2</sup> – Anthony Venables kifejezésével élve – az új gazdaságföldrajz (ÚGF) „empirikus megfelelői”. Szemléleti-módszertani gyökereiket tehát az új gazdaságföldrajzi (Krugman 1991, Fujita, Krugman, Venables 1999) és a számítható általános egyensúlyi (CGE) modellekben találjuk meg.

A számítható általános egyensúlyi (CGE) modellek a walrasi általános egyensúlyelmélet (ÁE) empirikus alkalmazásai gazdaságpolitikai hatáselemzésekre. A modelleket gyakran használják különféle kormányzati beavatkozások (adók, vámok, támogatások) várható makrogazdasági hatásainak vizsgálatára. A CGE modellek vonzó tulajdonsága, hogy a hatásoknak az egyes piacokon végigfutó (puszta logikai következtetésekkel nehezen végiggondolható) láncolatait figyelembe véve vezetnek le a beavatkozások várható eredményeit. A modellek szimultán számolják ki az outputok és a termelési inputok piacain az egyensúlyi input és output mennyiségeket és azok árait. A beavatkozás hatásai a beavatkozás nélküli egyensúlyi állapotnak és a beavatkozás után kialakuló egyensúlyi állapotnak az összevetése révén számíthatóknak ki.

A térbeli számítható egyensúlyi (SCGE) modellek a tér dimenzióját adják hozzá (az általában egy területi egységre – jellemzően országokra – felépített) CGE modellekhez. Ez részben azt jelenti, hogy a területi egységek száma megsokszorozódik. A területi egységek alatt az SCGE modellekben általában szubnacionális régiók értendők. Az egy területi egységre felépített CGE modellek további kiterjesztését az jelenti, hogy beépítésre kerül az interregionális kereskedelem, a szállítási költségek, valamint a modellekben megjelennek a (pozitív és negatív) agglomerációs hatások is, melyek az elsődleges inputok (munka, tőke) migrációját is befolyásolják.

A GMR-Európa modell jellemzőit nagyrészt a rendelkezésre álló adatok határozzák meg. Regionális szinten az információk nem olyan részletezettek, mint országosan, ehhez a helyzethez alkalmazkodni kell a modellezés során. A modell megkülönböztet rövid és hosszú távú egyensúlyt. A rövid távú egyensúly állapotában minden régió külön-külön (mind az input, mind az output

<sup>2</sup>A GMR modellekben használt SCGE modell leírását részletesebben lásd a Járosi, Koike, Thissen, Varga (2010) tanulmányban.



piacok vonatkozásában) egyensúlyban van, viszont a régiók között különbségek vannak a fogyasztók (egyben munkavállalók) hasznossági szintjeiben. A munka- (és az azt követő tőke-) migráció ezekre a különbségekre reagál két rövid távú állapot között. A munka és a tőke migrációja hosszú távon olyan egyensúlyhoz vezet, melyben eltűnnek a hasznossági különbségek és így a migráció is leáll.

A  $K+F$ -et és az emberi tőkét célzó beavatkozások eredményeként megnövekvő termelékenység (TFP) regionális gazdasági hatásai a következőképpen követik egymást az SCGE modellben:

1. A rövid távú eredmény a „helyettesítési” és „output” hatások eredőjeként a következőképpen alakul. *Ceteris paribus*, a termelékenység növekedése miatt kialakult alacsonyabb egységköltség (feltéve, hogy a kereslet nem változik) csökkenti az  $L$  és a  $K$  keresletét (helyettesítési hatás). A TFP növekedése viszont a megtermelt termék árának csökkentését is lehetővé teszi, ami az egyensúlyi keresett mennyiséget megnöveli (output hatás), és pozitív változást indukál az inputkeresletben is. A két hatás eredőjeként az  $L$  és  $K$  iránti kereslet nőhet is, de csökkenhet is. Az árcsökkenés növeli a regionális vásárlásokat is az adott termékből, aminek pozitív hatása lesz a regionális hasznossági szintre.
2. A megnövekedett hasznossági szint következtében munka és tőke migráció indul el a régió irányába, ami további kumulatív hatások kiváltójává válhat. A munka migrációja (a regionális foglalkoztatás növekedése eredményeként) mind a TFP növekedésen keresztül érvényesülő pozitív (centripetális), mind az egy főre jutó lakóterület csökkenésén keresztül megjelenő negatív (centrifugális) agglomerációs hatásokat erősíti. Ezek eredőjeként a TFP további változásokon mehet keresztül. Például, ha ezen centripetális és centrifugális hatások eredőjeként nő a munkaerő állomány a régióban, ez növelheti a technológia-diffúzió szintjét, ami tovább emeli a regionális TFP-t. Az addicionális TFP változások pozitív hatással lesznek a hasznossági szintre, ami újabb migrációs mozgásokat válthat ki a régió irányába.
3. A folyamat végén a modell megmutatja a hozzáadott értékben, foglalkoztatottságban és bérekben, árakban várható hatásokat nemcsak abban a régióban, ahol a beavatkozás megtörtént, hanem az összes többi, a mintában szereplő régióban is.

### 2.3 A makroökonómiai (MACRO) blokk

Az SCGE modell-blokk a fejlesztéspolitikai beavatkozások térbeli dinamikáját írja le. E térbeli dinamikát a (szállítási költségen és a lakáspiaci telítettség szintjén keresztül érvényesülő) centrifugális és a (regionális TFP növekedésén

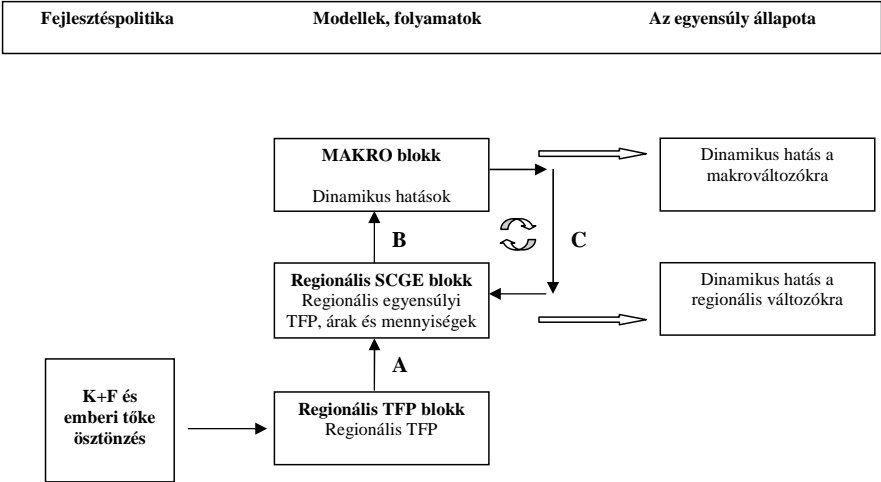
keresztül ható) centripetális erők egymáshoz viszonyított nagyságai alakítják a termelési tényezők migrációján keresztül addig, amíg a térbeli egyensúly ki nem alakul. Az idődimenziót tekintve az SCGE modell viszont statikus. A K+F-et és az emberi tőkét célzó beavatkozások TFP-re gyakorolt hatásainak időbeli dinamikája a TFP blokkban kiszámításra kerül ugyan, de a beavatkozások munkára és tőkére gyakorolt időbeli hatásai sem az SCGE sem a TFP blokkban nem határozódnak meg. Az időbeli dinamika makroökonómiai blokkban való kiszámításának technikai oka éppen az, hogy ezt a bizonyos időbeli hatást a tőkére és a munkára követni tudjuk. Ideális esetben mind az idő- mind a térbeli dinamika meghatározódhatna egy SCGE modell keretein belül, ám a megoldás technikai nehézségei okozta bonyolultság-növekedés nem szükségszerűen kerül egyensúlyba egy ilyen típusú modell használhatóságával (Ivanova et al 2007, Bröcker and Korzhenevych 2008).

A GMR-Európa modellben alkalmazott makroökonómiai blokkba az Európai Bizottság által kifejlesztett dinamikus és sztochasztikus általános egyensúlyi (Dynamic Stochastic General Equilibrium – DSGE) modellt, a QUEST III-at (Ratto et al. 2009) építettük be. A DSGE modellek a modern makroökonómiai elemzés leggyakrabban használt eszközeivé váltak az utóbbi másfél évtizedben. Jellegükből fakadóan e modellek gazdaságpolitikai beavatkozások vagy más exogén sokkhatások makrogazdasági hatásainak dinamikus vizsgálatára alkalmasak.

A DSGE modellek az általános egyensúlyelmélet elveire támaszkodva lényegében az újklasszikus és az újkeynesi makroökonómia szintézisét fogalmazzák meg: a hosszú távú piaci alkalmazkodás klasszikus elképzelése mellett a piaci mechanizmusok rövid távon sűrűlódásoktól, alkalmazkodási költségektől és más tökéletlenségektől torzítottak, amelyek a makrováltozók egyensúlyi alkalmazkodását befolyásolják. Az időbeli dinamika modellezése során e modellek (így a QUEST III is) a racionális várakozások hipotézisét alkalmazzák, amely az egyensúlyi alkalmazkodási tendenciák további fontos meghatározója. A modell jellegeből fakadó korlátja azonban, hogy az egyensúlyi növekedési pálya exogén, így a fejlesztéspolitikai beavatkozások hosszú távú makropályára gyakorolt közvetlen hatását nem tudjuk modellezni, ugyanakkor a regionális szintekről adódó TFP változások aggregált hatásai hosszú távon jelentkeznek a modell makroökonómiai blokkjában TFP-sokkok formájában. A DSGE modellekről magyar nyelven például Mellár (2010) nyújt kritikai áttekintést.

## 2.4 Modell integrálás

A három modell-blokk komplex kölcsönös kapcsolatrendszerét a 2. ábra illusztrálja. Beavatkozások nélkül a TFP mind a regionális mind a MACRO blokkokban azonos ütemben növekszik egy, a QUEST III által megbecsült rátát követve.



2. ábra. A TFP-t célzó beavatkozások regionális és makrogazdasági hatásmechanizmusa a GMR-Európa modellben

A beavatkozások hatásai a következő lépések során futnak végig a modell rendszerén:

Első lépés: A K+F vagy az emberi tőke beavatkozás eredményeképpen (a TFP modell-blokk részletes bemutatása során leírt mechanizmusok révén) megváltozik a regionális TFP értéke.

Második lépés: Az így megváltozott regionális TFP értékek átadódnak az SCGE modellnek, ahol a regionális termelékenység új nagyságai mellett kiszámolódnak a tőke, a munka, az output és a kereslet mennyiségei, valamint a bérek, a tőkekamatok és a végső javak árai minden régióra és minden egyes időperiódusra. A hasznossági különbségek interregionális munka- és tőke-migrációt eredményeznek, aminek következtében, a regionális foglalkoztatottság változásai (a technológia-diffúzió megváltozott intenzitása eredményeként) további változásokat indukálnak a regionális TFP értékekben is.

Harmadik lépés: Az új regionális TFP értékek (súlyozott átlag számítás eredményeként) aggregálásra kerülnek minden egyes évre. Ezek a makro (Európa) szintű TFP értékek lépnek aztán be a MACRO modellbe, mint időperiódus specifikus sokkok. Ezen sokkok mellett a makroökonómiai modell-blokkban kiszámításra kerülnek minden egyes időperiódusra a makroszintű változók aktuális értékei.

Negyedik lépés: A beavatkozások eredményeként a MACRO modellben kiszámított tőke és munka változások évenként szétosztásra kerülnek a régiók között a beavatkozások által indukált regionális TFP változások évenkénti térbeli mintáit követve.

Ötödik lépés: Az SCGE modell-blokk újra fut az új tőke és munka értékekkel, hogy a mennyiségi és ár egyensúlyokat újra kiszámítsa minden egyes régióra és minden egyes időperiódusra.

Hatodik lépés: Az esetek többségében az SCGE modell-blokk regionális output, tőke, munka és lakossági fogyasztásainak aggregált értékei igen közel

kerülnek a MACRO blokkban kiszámított értékekhez. Amennyiben ez mégsem lenne így, akkor a másodiktól az ötödik lépésig tartó folyamatok addig futnak, amíg az aggregált regionális értékek meg nem egyeznek a makroökonomiai blokkban kiszámított értékekkel.

### 3 Az új EU kohéziós politikát előkészítő hatáselemzések a GMR-Európa modellel

#### 3.1 Az Európa 2020 scenáriók

Az Európai Unió növekedési stratégiáját a „Europe 2020” című dokumentum rögzíti (European Commission 2010). E stratégia igen határozott fordulatot tükröz a gazdasági növekedés ösztönzésének tekintetében: a hagyományosan előtérbe helyezett infrastrukturális és vállalati beruházás-támogatásokkal szemben kiemelt hangsúlyt kap az emberi tőke és a K+F támogatása. A GMR-Európa modell<sup>3</sup> felépítése (Varga és Törma 2010) lehetővé teszi azt, hogy a hagyományos ösztönző eszközök és az újonnan preferált innováció-orientált támogatási formák hatásainak számszerű összehasonlítását is elvégezzük. Az elemzések során felhasznált adatok az Európai Bizottság Regionális politikai főigazgatóságától (DG Regional Policy) származnak, és azokat a 2007-2013-as időszakban elköltött pénzügyi támogatásokat tartalmazzák, melyeket (a tagállamok által szolgáltatott információk alapján) a NUTS 2-es regionális szintre lehetett aggregálni. Ez azt jelenti, hogy az összes támogatásnak mintegy 20 százalékát tudtuk az elemzések során figyelembe venni. A 2007-2009 közötti periódus kiadásait a 2009-es esztendőre aggregáltuk. Az elemzések tehát alkalmasak arra, hogy a hagyományos és az innováció-orientált növekedésösztönző eszközök GDP-re gyakorolt relatív hatásait összehasonlítsuk, ugyanakkor némi torzítást tartalmaznak egyrészt a folyamatok lefolyása (hiszen a kiadások a 2009-es évre lettek aggregálva), másrészt pedig azok tényleges nagysága (hiszen a regionális aggregálás nehézségei miatt az összes kiadásnak mintegy 20 százalékát tudtuk az elemzések során figyelembe venni) tekintetében.

Milyen viszonyban vannak egymással a hagyományos, „kemény” (infrastruktúra- és beruházás-támogatások) és a „puha” (emberi tőke és K+F támogatások) fejlesztési eszközök azok GDP-re gyakorolt hatásai szempontjából? Igaz az, hogy a kemény eszközöket érdemes a puha, innováció-orientált növekedésösztönző eszközökkel felváltani? Ha igen, milyen feltételek mellett igaz ez az állítás? A 3. ábra mutatja a vizsgálat eredményeit.

Az összehasonlító elemzés érdekében a következő három scenáriót alkotuk meg:

---

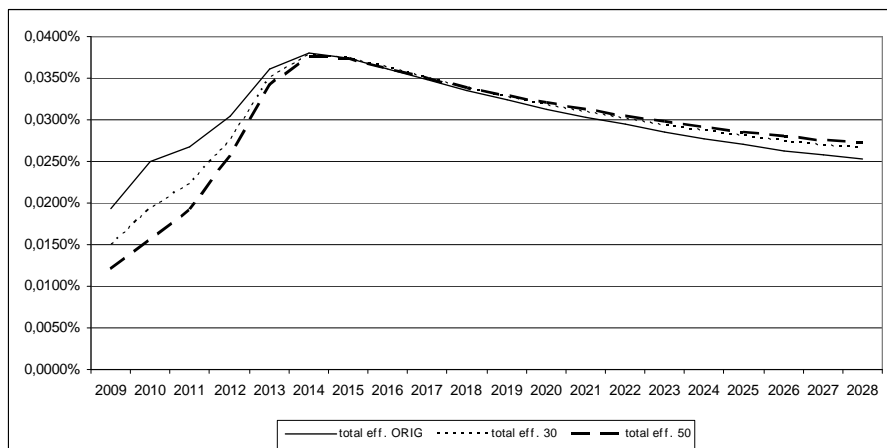
<sup>3</sup>Az alfejezetben közölt vizsgálatok során az úgynevezett kiterjesztett GMR modellel használtuk. E modellben az infrastruktúra és beruházási támogatások hatásait kiszámító RegEU finn modellel integráltuk a GMR keretbe. A részleteket a Varga és Törma (2010) tanulmány közli.

1. Az alapszenárió („total eff ORIG” a 3. ábrán): a kohéziós politika eredeti kemény-puha eloszlását használtuk minden, a mintában szereplő régióra, a 2009-es évre aggregálva.

2. A második szenárió („total eff 30”) során a kemény instrumentumok összegét 30 százalékkal csökkentettük és az így felszabaduló összeget a puha eszközökre csoportosítottuk át.

3. A harmadik szenárió („total eff 50”) esetében a másodikhoz hasonló procedúrát követtünk, azzal a különbséggel, hogy ezúttal a kemény eszközöktől átcsoportosított részarány 50 százalék.

A beavatkozások hatásainak időbeli lefolyását mutatja a 3. ábra.<sup>4</sup> A függőleges tengelyen a GDP-re gyakorolt hatás a beavatkozás nélküli GDP-hez viszonyítva, százalékos formában került feltüntetésre, a vízszintes tengelyen jelzett évekre. A GDP-re gyakorolt változások értékei kismértékűek. Ennek oka egyrészt az, hogy a támogatásoknak mintegy 20 százaléka került be az elemzésbe, másrészt az, hogy a kezdeti (2007-2009-es) periódusban az egész időszakra (2007-2013) eső támogatásoknak még csak kis hányada használdott fel. A hatáselemzést a 2009-2028 közötti húsz esztendőre végeztük el. A 2009-es évre aggregált kiadások hatásai fokozatosan, késleltetésekkel jelentkeznek. A késleltetések ütemét döntően a K+F és emberi tőke beavatkozások TFP modellben leírt hatásmechanizmusai szabják meg.

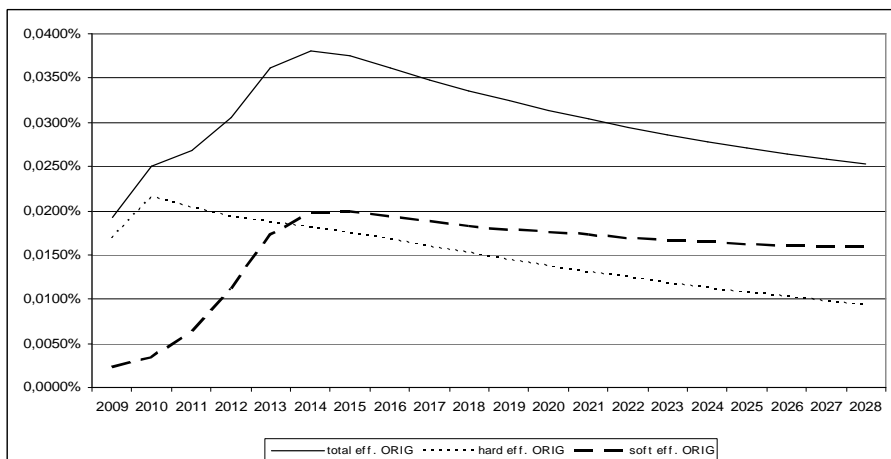


3. ábra. Az Európa 2020 szenáriók: A Kohéziós Alapokból származó „kemény” (infrastruktúra és beruházás támogatás) eszközök újraelosztása a „puha” (emberi tőke és K+F támogatás) eszközök irányába.

<sup>4</sup>Az ábra az Európa-szintű GDP-értékben beálló százalékos különbségeket mutatja három változatra: az eredeti elosztás („total eff ORIG”), valamint a 30 százalékos („total eff 30”) és az 50 százalékos („total eff 50”) újraelosztások eseteire. A beavatkozások NUTS 2-es szintű aggregálási nehézségei miatt az összes kiadásoknak mintegy 20 százaléka került be az elemzésekbe. A 2007-2009 közötti támogatások a 2009-es évre kerültek aggregálásra.

A 3. ábra mutatja, hogy a kezdeti (2014-ig tartó) időszakban a kemény instrumentumok hatása erősebb, mint a puháké, hiszen az emberi tőke és K+F támogatások irányába történt átcsoportosítások révén elért változások az eredeti hatások alatt maradnak. Az ábra azt is mutatja, hogy 2015-től viszont a tendencia megfordul, tehát a puha eszközök előtérbe helyezése hosszabb távon gyakorol pozitív változást a GDP-re. Az ábrából az is kitűnik, hogy az átcsoportosítások nagyságának növelése a GDP-re gyakorolt pozitív hatást tovább fokozza.

A 4. ábra illusztrálja a 3. ábrában közölt eredmények mögött meghúzódó mechanizmusokat. A teljes hatást („total eff ORIG”) két részre bontottuk fel: a kemény beavatkozások („hard eff ORIG”) és a puha beavatkozások („soft eff ORIG”) hatásaira. Az ábrában a kemény és puha eszközök által kiváltott folyamatokat azok eredeti arányainak megtartása mellett vizsgáljuk.<sup>5</sup> A 2010-es csúcstól a kemény beavatkozások hatásai fokozatosan csökkennek az időben. Habár az emberi tőkét és K+F-et célzó, innováció-orientált beavatkozások eredményei (a több éves késleltetett hatások miatt) lassan közelítik meg a kemény beavatkozások eredeti hatását, a puha beavatkozások által kiváltott GDP-emelkedés meghaladja a kemény instrumentumok által kiváltott GDP-hatást 2013 után. Az ábrából az is kitűnik, hogy a puha beavatkozások hatásainak csökkenése azok 2014-es csúcstértékének elérését követően sokkal kevésbé drámai. E mögött az emberi tőke és K+F beavatkozások által kiváltott kumulatív folyamatok (K+F-et és foglalkoztatást vonzó) hatásai is megjelennek. 2014-től tehát a teljes hatásból a puha eszközök által kiváltott GDP emelkedés egyre nagyobb arányú.



4. ábra. A kemény és puha beavatkozások hatásai a GDP-re az Európa 2020 scenáriókban

<sup>5</sup>A beavatkozások NUTS 2-es szintű aggregálási nehézségei miatt az összes költségnek mintegy 20 százaléka került be az elemzésekbe. A 2007-2009 közötti támogatások a 2009-es évre kerültek aggregálásra.

A 3. ábrában tapasztalható, a puha beavatkozások arányának növekedéséből adódó hosszabb távú pozitív GDP hatás okait a 4. ábrán keresztül illusztrálhatjuk. A kemény instrumentumok arányának csökkentése a „hard eff ORIG” görbét lefele mozgatja, míg a puha eszközökre átcsoportosított erőforrások a „soft eff ORIG” görbét felfele húzza. A kemény beavatkozásokat reprezentáló görbe lefelé mozgása a GDP-re gyakorolt hatást jobban csökkenti, mint a puha beavatkozásokat mutató görbe felfelé tolódása. E két folyamat eredményeként hosszabb távon a puha beavatkozások aránya növekedésének eredményeként a GDP-re gyakorolt összhatás pozitív lesz.

Tehát a hagyományos növekedést generáló eszközökből az innováció-ösztönző instrumentumokba történő átcsoportosítás eredményeként adódó nettó GDP-hatás az átcsoportosítás mértékével együtt nő, ahogyan azt a 3. ábra is mutatja. A puha eszközök relatív ereje nemcsak az átcsoportosítás mértékétől, hanem a K+F és az emberi tőke-ösztönzés hatásait befolyásoló feltételektől is függ. E kondíciók közé tartozik (ahogyan az a TFP blokk bemutatása során hangsúlyoztuk) a beavatkozásból részesülő régiók tudásipari koncentrációja, e régiók fizikai megközelíthetősége, nemzetközi tudáshálózatokba való integráltsága, a regionális kumulatív visszacsatolási folyamatok erőssége, illetve az adott országban érvényesülő műszaki színvonal.

Tehát a puha instrumentumok irányába történő átcsoportosítás fentebb bemutatott hatásai az átlagos európai hatást érzékelik, mely régióként jelentősen különbözhet. Az innováció-politika K+F-et és emberi tőkét célzó eszközei feltehetőleg a „kritikus szint” feletti tudásipari koncentrációval rendelkező, jól megközelíthető és a nemzetközi tudáshálózatokba megfelelőképpen integrált régiókban hatásosak. A „kritikus szint” alatti régiókban a hagyományos, beruházásokat és infrastrukturális fejlesztéseket előtérbe helyező politikák számíthatnak sikerre. Ehelyütt nem célunk az innováció-politikai eszközrendszer és a regionális kondíciók komplex kapcsolatrendszerének elemzése, vagy ezen „kritikus szint” meghatározása. Tanulmányunk következő fejezetében a K+F és az emberi tőke beavatkozások eredményességében az agglomerációs hatások érvényesülését elemezzük.

### 3.2 Az agglomeráció és koncentráció scenárió

Az endogén növekedési modellek a K+F és az emberi tőke beruházások által okozott makroszintű növekvő hozadékok jelentőségét hangsúlyozzák (Romer 1990, Aghion and Howitt 1998). Ezen externális hatások a tudás szpilloverek formájában jelentkeznek. Az innováció földrajza, illetve a regionális gazdaságtan által több oldalról is bizonyítást nyert, hogy a tudáshoz való hozzáférés nem oszlik el egyenletesen a térben, aminek következtében a tudás szpilloverek erőssége sem egyenletes földrajzilag. Az információs technológiák gyors elterjedése ellenére a tudásáramlások jelentős része még mindig lokálisan zajlik (Jaffe 1989, Anselin, Varga and Acs 1997). Az innováció rendszere szereplőinek térbeli koncentrációja felerősíti e rendszer szereplői (innovatív vállalatok, magán és közösségi kutató laboratóriumok, üzleti szolgáltató cégek) közötti interakciókat, megnövelve a regionális innováció szintjét. Az új gaz-

daságföldrajz térbeli növekedési modelljei (Baldwin and Martin 2004) rámutatnak, hogy a gazdasági tevékenységek agglomerálódása, a helyi tudás szpilloverek által indukálva, a növekedés egyik meghatározó tényezője.

A gazdaságelmélet tehát azt sugallja, hogy a K+F-et és az emberi tőkét célzó innováció-politikai beavatkozásoknak a gazdasági centrumokban való koncentrációja révén a makroszintű gazdasági növekedés fokozható. A GMR modell lehetővé teszi, hogy ezen elméleti állítást a gyakorlatban is teszteljük. Az alábbi scenárióban az EU néhány kohéziós országa központi régióiban (vagyis a fővárosok övezeteiben) megemeljük a puha instrumentumok nagyságát, mégpedig úgy, hogy a növekedés forrásait az országok többi régióitól vonjuk el, egyenlő, 30 százalékos arányban. A beavatkozások adatforrása ugyanaz, mint az előző alfejezetben szereplő scenárióké volt. A hatások könnyebb érzékeltetése kedvéért a beavatkozások értékét becsültük, vagyis a DG Regio-tól kapott regionális összegek ötszörösét vettük figyelembe a számítások során. Hasonlóan a korábbi scenáriókhhoz, a 2007-2009 közötti támogatások a 2009-es évre aggregáltuk. Az elemzésbe bevont országok a következők: Csehország, Görögország, Magyarország, Portugália és Szlovákia. Az egyes országokra vonatkozó eredmények mellett az európai szintű hatást is közöljük az 5. ábrában.<sup>6</sup>

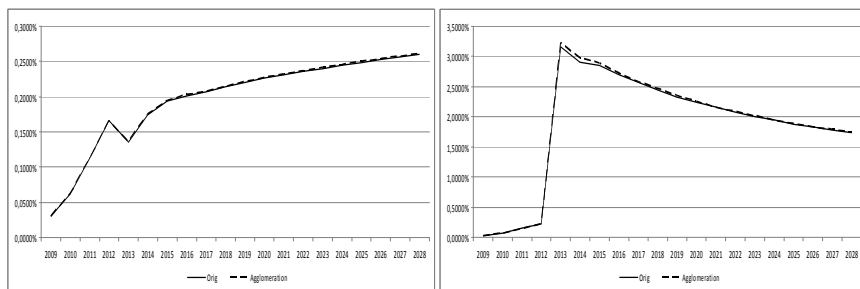
Amint azt az 5. ábra is mutatja, az agglomerációkat megcélzó innováció-politika GDP-t érintő hatásai még az aggregált európai szinten is érzékelhetőek. A térbeli koncentráció hatása az időben alig változik, a két görbe egymással szinte párhuzamosan fut. Habár az átlagos európai hatás kicsi (ami nem meglepő, hiszen a szétosztásra kerülő összegek az európai GDP-hez viszonyítva igen alacsonyak), azért azok mértéke eléri az érzékelhető szintet.

A scenárió egyes országokra gyakorolt hatásai még határozottabban érzékelhetőek. Mint az 5. ábrából is látható, meglehetősen nagy a variáció abban a tekintetben, hogy az innováció-politikai erőforrások gazdasági centrumokban való koncentrálása milyen hatást gyakorol az országos szintű GDP-re. A tudásiparok agglomerálódásának szintje a központi régiókban, illetve a fővárosi övezetekbe átcsoportosított összegek nagysága döntően megszabja a scenárió által kiváltott hatás erősségét. Prága például annak köszönheti a viszonylagosan nagy hatást, hogy nagy összegű támogatás átcsoportosítást kap, hiszen a kohéziós politika kihelyezései nem a fővárosban koncentrálódnak Csehországban. Budapest esetében viszont a tudásiparok jelentős koncentrálódása a forrása az ábrában látható agglomerációs hatásnak. A Szlovákiában tapasztalható negatív hatás is az elméletet támasztja alá: Pozsony támogatása a fejlettebb szlovákiai ipari centrumok rovására eredményezi az országos szintű GDP csökkenését az átcsoportosítások után.

---

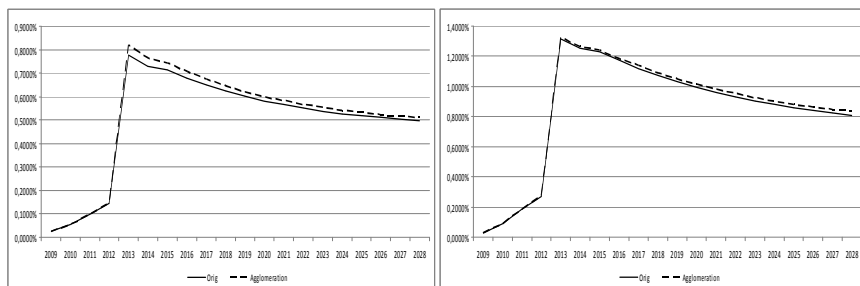
<sup>6</sup> Az ábra az eredeti regionális elosztás („Orig”) és a térbeli átcsoportosítás utáni elosztás („Agglomeration”) GDP-re gyakorolt százalékos hatásait mutatja be. A hatások könnyebb érzékeltetése kedvéért a beavatkozások értékét becsültük, vagyis a DG Regio-tól kapott regionális összegek ötszörösét vettük figyelembe a számítások során. A 2007-2009 közötti támogatások a 2009-es évre kerültek aggregálásra.





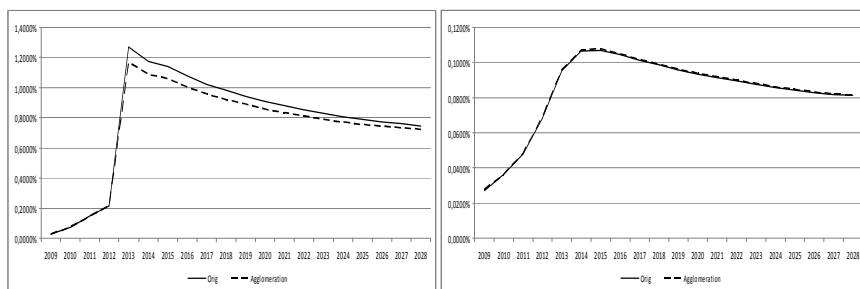
Agglomerációs hatások: Görögország

Agglomerációs hatások: Portugália



Agglomerációs hatások: Csehország

Agglomerációs hatások: Magyarország



Agglomerációs hatások: Szlovákia

Agglomerációs hatások: Euro zóna és CZ, HU, SLO

5. ábra. Az agglomeráció és koncentráció szcenárió

## 4 Összegzés

Tanulmányunkban a GMR-Európa modell leíró, nem technikai bemutatására vállalkoztunk. A GMR modellezési irányzat célja a tudás alapú fejlesztéspolitikai eszközök makro és regionális hatásainak minél korrektebb elemzése. Az egyes modell-változatokat a közgazdaságtan friss elméleti eredményeire építve korszerű empirikus elemzési technikák felhasználásával alkottuk meg. A GMR-Európa modell által megnyitott lehetőségek illusztrálására az Európai Bizottság számára a közelmúltban végzett elemzések közül ismertettünk néhányat.

# 1. Függelék. A GMR-Európa modell TFP és SCGE blokkjainak egyenletei

Az egyenletekben az  $i$  index a NUTS2 szintű régiót, a  $t$  index pedig az időperiódust jelöli. A modellben  $I = 163$  darab területi egységet, illetve  $T = 21$  évet (2008...2028) vettünk figyelembe. Néhány egyenletnél, ahol a régiók esetében kettős indexre van szükség (például a szállítási költségnél a tér egyik pontjából a másikba), ott az  $i$  mellett megjelenik a  $j$  index is, és értelemszerűen ez is a régiókra vonatkozik.

## A regionális termelékenységi (TFP) blokk

A *TFP* modellblokk kapcsolódási pontja az *SCGE* blokkhoz a szabadalmak állományán keresztül valósul meg az piú sotto ismertetett (F-8) egyenlet alapján, amelyhez először a *PAT* változó értékét, vagyis az adott évben keletkezett új szabadalmak számát kell előállítani:

$$\ln PAT_{i,t} = SPATMULT \times (-2,3006 + BETAPAT_{i,t-2} \cdot \ln GRD_{i,t-2}^* + 0,1804 \cdot \ln PSTCKN_{i,t-2}) + \epsilon_i, \quad (F-1)$$

ahol a *SPATMULT* a térbeli multiplikátor<sup>7</sup>, a *BETAPAT* paraméter piú sotto kerül ismertetésre, a *GRD*<sup>\*</sup> pedig a bruttó K+F ráfordításokat jelöli, beleértve a közösségi kiadásokat is. Az  $\epsilon_i$  hibtagot kalibrálással határoztuk meg oly módon, hogy a szimulációs futtatások során kapott szabadalmi értékek illeszkedjenek a megfigyelt idősoros adatokra. A *PSTCK* kezdetű változók a szabadalmaknak a nemzeti vagy regionális szinten számba vett állományát tartalmazzák attól függően, hogy a változónév utolsó karaktere *N* vagy *R*:

$$PSTCKR_{i,t} = (1 - \delta_{PAT}) \cdot PSTCKR_{i,t-1} + PAT_{i,t}, \quad (F-2)$$

ahol a  $\delta_{PAT}$  a szabadalmak éves amortizációs rátája. A nemzeti szabadalmi állományok a regionális szabadalmi állományok egyszerű összegzésével állíthatók elő:

$$PSTCKN_{i,t} = \sum_{j \in NAT_i} PSTCKR_{j,t}, \quad (F-3)$$

ahol  $NAT_i$  azoknak a régióknak a halmaza, amelyek ugyanabban az országban találhatóak, mint az  $i$ -edik régió, beleértve önmagát is, vagyis a  $j = i$  esetet.

<sup>7</sup>A „SPATMULT” (spatial multiplier) paraméter minden egyes régióra nézve ugyanaz, továbbá az időben állandó, az értéke pedig a térökonometriai becslés alapján: 1,325381.

A *TFP* modell dinamikáját jelentős részben a kutatás regionális termelékenységét mérő *BETAPAT* paraméter<sup>8</sup> értékek időszakra időszakra történő változása generálja, valamint ezek régióként is különböznek az alábbi egyenletnek megfelelően:

$$BETAPAT_{i,t} = BETAPATCONST_i + BETAPATHTEMP_i \cdot \ln HTEMP_{i,t-2} . \quad (F-4)$$

A K+F kiadások változását az alábbi egyenlet írja le:

$$dGRD_{i,t} = -391,369 + 352,437 \cdot BETAPAT_{i,t-3} + \\ + 325,330 \cdot BETAPUB_{i,t-3} + 266,917 \cdot RDHCORE_i , \quad (F-5)$$

ahol az *RDHCORE* egy dummy változó, amelynek értéke 1 azokban a régiókban, ahol a K+F értéke több mint két szórásnyival magasabb, mint az átlag, egyébként 0. A *BETAPUB* a régióban folytatott olyan alapkutatás termelékenységi rugalmassága, amely a tudományos publikációk előállítását célozza:

$$BETAPUB_{i,t} = 0,4317 + 0,0003 \cdot NETRD_{i,t-2} , \quad (F-6)$$

ahol a *NETRD* a régiók közötti kutatói együttműködések publikációs hatékonyságra gyakorolt „hálózati hatását” fejezi ki az alábbi egyenlet szerint:

$$NETRD_{i,t} = \sum_{j=1}^I FP_{i,j} \cdot \ln GRD_{j,t}^* . \quad (F-7)$$

A  $\mathbf{NETRD}_t$  valójában egy olyan vektor, amely az 5. keretprogramban partner régiók közötti kapcsolatokat kifejező bináris  $\mathbf{FP}$  mátrix<sup>9</sup> és az  $\ln \mathbf{GRD}_t^*$  vektor szorzataként állítható elő:

$$\begin{pmatrix} NETRD_{1,t} \\ \vdots \\ NETRD_{i,t} \\ \vdots \\ NETRD_{I,t} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} FP_{1,1} & \dots & FP_{1,j} & \dots & FP_{1,I} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ FP_{i,1} & \dots & FP_{i,j} & \dots & FP_{i,I} \\ \vdots & & \vdots & & \vdots \\ FP_{I,1} & \dots & FP_{I,j} & \dots & FP_{I,I} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \ln GRD_{1,t}^* \\ \vdots \\ \ln GRD_{i,t}^* \\ \vdots \\ \ln GRD_{I,t}^* \end{pmatrix} . \quad (F-8)$$

Figyelembe véve, hogy az (F-5) egyenletben becsült változás 3 év K+F kiadás növekményére vonatkozik:

$$GRD_{i,t} = GRD_{i,t-1} + dGRD_{i,t}/3 . \quad (F-9)$$

A tényleges K+F kiadást csillaggal megkülönböztetve a támogatásokat nem tartalmazó K+F ráfordításoktól, a  $GRD^*$  tartalmazza a sokkhatásként

<sup>8</sup>Rugalmassági tényező, amely a kutatási kiadásoknak a szabadalmakra gyakorolt hatását reprezentálja.

<sup>9</sup>Az  $FP_{i,j}$  elem értéke 1, ha létezik a szóban forgó kapcsolat az  $i$ -edik és a  $j$ -edik régió között, 0 egyébként.

értelmezhető *FPRD* változót is, amely a beavatkozások eredményeképpen megvalósuló K+F kiadásokat jelöli:

$$GRD_{i,t}^* = GRD_{i,t} + FPRD_{i,t} . \quad (F-10)$$

A tudásintenzív szektorokban foglalkoztatottak létszámának változása:

$$dHTEMP_{i,t} = (0,0262 + 5,624 \cdot 10^{-6} \cdot GRD_{i,t-3}) \cdot HTEMP_{i,t-3} + u_i . \quad (F-11)$$

Figyelembe véve, hogy az (F-11) egyenletben 3 évre becsültük a foglalkoztatottak létszámának változását:

$$HTEMP_{i,t} = HTEMP_{i,t-1} + dHTEMP_{i,t}/3 . \quad (F-12)$$

Az (F-11) egyenletben az  $u_i$  hibatagot kalibrálással határoztuk meg, amelynek során a kritérium az volt, hogy a szimuláció során kapott, a tudásintenzív foglalkoztatásra vonatkozó idősorok illeszkedjenek a megfigyelt adatokhoz.

A termelékenységi (TFP) egyenlet:

$$A_{i,t} = \omega_i \cdot e^{\alpha_0} \cdot HUMCAP_{i,t-2}^{\alpha_1} \cdot SOCKAP_{i,t-2} \times \\ \times PSTCKR_{i,t-2}^{\alpha_2 \ln(L_{i,t-2}/AREA_t)} \cdot WPSTCKR_{i,t-2}^{\alpha_3} . \quad (F-13)$$

Az  $\alpha_0, \dots, \alpha_3$  elaszticitások<sup>10</sup> a regressziós egyenlet térökonometriai módszerrel becsült paraméterei. A *HUMCAP* a regionális emberi tőke állományt becsli (azok száma a régióban, akik legalább egyetemi végzettséggel rendelkeznek), a *SOCKAP* a regionális társadalmi tőke proxija (azok részaránya a régió népességéből, akik az adott évben legalább egy alkalommal részt vettek önkéntes társadalmi szerveződésekben<sup>11</sup>). A TFP-t mérő  $A_{i,t}$  változó értékei regressziós becslés eredményei (Dettori, Marocu and Paci, 2009). A *WPSTCKR* változót pedig *PSTCKR* változóból származtattuk inverz (közúton mért) távolság alapú súlymátrix alkalmazásával. A modell illesztése érdekében az  $\omega_i$  értékeket úgy kapjuk, hogy a loglineáris regresszió maradéktagjainak  $e$ -ad hatványát vesszük. Az  $L_{i,t}$  a regionális munkakínálatot jelenti, az  $AREA_i$  pedig a régió területét, így a kettő hányadosa a munkaerő térbeli koncentrációjának gyfajta mérőszáma.

A beavatkozás nélküli esetre feltételeztük, hogy a *HUMCAP* változóval jelölt humán tőke, és a *SOCKAP* változóval jelölt társadalmi tőke mindkét változó esetében regionálisan különböző, ugyanakkor időben állandó. A sokkhatás ebben az esetben azt jelenti, hogy az adott évben, az egyes régiókban a szóban forgó változók értékei megemelkednek, majd azt követően ezen a megnövekedett szinten maradnak időben állandó értéként.

<sup>10</sup>Az egyes paraméter értékek rendre a következők:  $\alpha_0 = 3,3004$ ,  $\alpha_1 = 0,000206017$ ,  $\alpha_2 = 0,00520005$  és  $\alpha_3 = 0,121372$ .

<sup>11</sup>Az adatok forrása az European Social Survey (2002 és 2004). A *SOCKAP* változó értékeit Raffaele Paci (CRENOS) juttatta el számunkra, amit ezúton is köszönünk.

## Az SCGE modell blokk

A modell alapegyenlete a Cobb-Douglas termelési függvény, amely minden régióban meghatározza az  $Y_{i,t}$  kibocsátást a felhasznált  $L$  munka és  $K$  tőke mennyiségének függvényében adott  $a$  mint rugalmassági, továbbá adott  $TFP$  mint teljes tényező termelékenységi paraméterek mellett:

$$Y_{i,t} = TFP_{i,t} L_{i,t}^{a_i} K_{i,t}^{1-a_i} . \quad (\text{F-14})$$

A  $TFP$  paraméternek kitüntetett szerepe van a rendszeren belül, ugyanis ezen keresztül kapja az SCGE modell a sokkokat az alábbi  $TFP$  egyenleteknek megfelelően:

$$TFP_{i,t=0} = A_{i,t=0} \quad \text{ha} \quad t = 0 , \quad (\text{F-15})$$

$$TFP_{i,t} = TFP_{i,t=0} (1 + TFPGRGROWTH)^t \cdot \frac{A_{i,t}^{**}}{A_{i,t}^*} \quad \text{ha} \quad t > 0 . \quad (\text{F-16})$$

A  $TFPGRGROWTH$  a sokkok nélküli, állandó termelékenységbeli növekedési ütemet jelenti, amely megegyezik a makrogazdasági modell állandó  $TFP$  növekedési ütemével. Az  $A^*$  a beavatkozások nélküli, az  $A^{**}$  pedig a sokkokkal együtt számított paraméter értéket jelöli.

A  $q_{i,t}$  egyensúlyi, szállítási költség nélküli (F.O.B.<sup>12</sup>) árak az alábbi képlet szerint határozódnak meg:

$$q_{i,t} = \frac{w_{i,t}^{a_i} r_{i,t}^{1-a_i}}{TFP_{i,t} a_i^{a_i} (1 - a_i)^{1-a_i}} , \quad (\text{F-17})$$

ahol a  $w_{i,t}$  az egyensúlyi béreket, az  $r_{i,t}$  pedig az egyensúlyi kamatlábakat jelöli. Az általános egyensúlyi állapotot feltételezve meghatározható az  $L$ -l jelölt munka és a  $K$  szimbólummal jelölt tőke iránti kereslet:

$$L_{i,t} = \frac{a_i}{w_{i,t}} q_{i,t} Y_{i,t} , \quad (\text{F-18})$$

$$k_{i,t} = \frac{1 - a_i}{r_{i,t}} q_{i,t} Y_{i,t} . \quad (\text{F-19})$$

Homogén preferenciákkal rendelkező háztartásokat feltételezve, az 1 főre eső<sup>13</sup>  $x_{i,t}$  fogyasztás és a  $H_i$  lakásállomány alapján az adott régióban az  $U_{i,t}$  hasznossági függvény az alábbiak szerint alakul:

$$U_{i,t} = \alpha_H \ln \frac{H_i}{L_{i,t}} + \beta \ln x_{i,t} , \quad (\text{F-20})$$

ahol az  $\alpha_H$  és a  $\beta$  a Cobb-Douglas típusú hasznossági függvény rugalmassági paraméterei. A háztartások egyéni költségvetési korlátja:

$$w_{i,t} \frac{L_{i,t}}{N_i} + r_{i,t} \frac{\sum_{i=1}^I K_{i,t}}{\sum_{i=1}^I N_i} = p_{i,t} x_{i,t} , \quad (\text{F-21})$$

<sup>12</sup>F.O.B. = „free on board”

<sup>13</sup>Az 1 főre eső fogyasztás az aggregált regionális kereslet és a régió népességszámának hányadosa az alábbi képlet szerint:  $x_{i,t} = X_{i,t}/N_i$ .

ahol az  $N_i$  a régió népessége, a  $p_{i,t}$  pedig az árszínvonal. A fenti két feltételből a háztartások haszonmaximalizáló viselkedése alapján levezethető az alábbi aggregált keresleti függvény minden egyes régióban külön-külön:

$$X_{j,t} = \frac{\beta}{1 - \alpha_H} \frac{1}{p_{j,t}} \left( w_{j,t} \frac{L_{j,t}}{N_j} + \bar{r} \frac{\sum_{i=1}^I K_{i,t}}{\sum_{i=1}^I N_i} \right) \cdot N_j . \quad (\text{F-22})$$

A szóban forgó keresleti függvényből azonban még nem származtatható közvetlenül az adott régió kibocsátása iránti kereslet, mivel a háztartások nem csak a saját régiójukban megtermelt javakból vásárolnak, hanem figyelembe kell venni az interregionális kereskedelmet is. Jelölje  $s_{ij,t}$  azt az arányt, hogy milyen mértékben részesednek az  $i$ -edik régióban megtermelt javak a  $j$ -edik régió piacán. Figyelembe véve a „jéghegy-elv” szerint<sup>14</sup> modellezett szállítási költséget, a CES típusú keresleti függvény az alábbi alakban állítható elő:

$$s_{ij,t} = \gamma_{ij} \left( \frac{(1 + \tau_{ij}) q_{i,t}}{p_{j,t}} \right)^{-\mu} , \quad (\text{F-23})$$

ahol a  $\mu$  a CES függvény rugalmassági paramétere, a  $\gamma_{ij}$  pedig a részesedési paramétereket jelöli. A  $p_{j,t}$ -vel jelölt árszínvonal a  $j$ -edik régióban az alábbiak szerint számítható ki.

$$p_{j,t} = \sum_{i=1}^I s_{ij,t} q_{i,t} (1 + \tau_{ij}) , \quad (\text{F-24})$$

$$p_{j,t} = \left( \sum_{i=1}^I \gamma_{ij} ((1 + \tau_{ij}) q_{i,t})^{1-\mu} \right)^{\frac{1}{1-\mu}} . \quad (\text{F-25})$$

Belátható, hogy az árszínvonal súlyozott átlagárként történő, vagyis (F-19) egyenlet szerinti értelmezése és az (F-20) egyenlet szerinti CES formula egymással ekvivalensek.

A termelési tényezők piacaira vonatkozó egyensúlyi feltétel az alábbi azonosságok teljesülését követeli meg:

$$L_{i,t}^{(dem)} = L_{i,t}^{(sup)} \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \text{és} \quad \forall t = 1, \dots, T , \quad (\text{F-26})$$

$$K_{i,t}^{(dem)} = K_{i,t}^{(sup)} \quad \forall i = 1, \dots, I \quad \text{és} \quad \forall t = 1, \dots, T . \quad (\text{F-27})$$

A munka keresletének és kínálatának az egyezőségét, valamint a tőke keresletének és kínálatának az egyezőségét a  $w_{i,t}$  egyensúlyi munkabérek, illetve az  $r_{i,t}$  egyensúlyi kamatlábak megkeresésével biztosítja az egyenletrendszer

<sup>14</sup>A „jéghegy-elv” a modellünkben oly módon került alkalmazásra, hogy egységnyi, a célállomáshoz eljuttatni kívánt árumennyiség esetében  $1 + \tau$  mennyiséget kell útnak indítani. Ennek megfelelően a célrégióba megérkező áru szállítási költséggel növelt ára  $(1 + \tau)$ -szor lesz magasabb.

megoldó algoritmus. Modellünkben az ármérce szerepét az átlagos kamatláb<sup>15</sup> tölti be:

$$\bar{r} = \frac{\sum_{i=1}^I r_{i,t} K_{i,t}^{(sup)}}{\sum_{i=1}^I K_{i,t}^{(sup)}} = const . \quad (F-28)$$

Az  $i$ -edik régió által előállított javak iránti  $Y_{i,t}$  kereslet, figyelembe véve a szállítási költségnek a „jéghegy-elv” szerinti értelmezését, az alábbiak szerint alakul:

$$Y_{i,t} = \sum_{j=1}^I I s_{ij,t} v X_{j,t} (1 + \tau_{ij}) . \quad (F-29)$$

A termékpiacokra vonatkozó egyensúlyi feltétel azt jelenti, hogy az (F-14) egyenlet szerinti kínálat és az (F-29) egyenlet szerinti kereslet minden  $i$ -re és  $t$ -re megegyezik. Adott időperióduson belül, vagyis rövid távon az egyes régiók termék- és tényezőpiacai külön-külön egyensúlyban vannak. Ez azonban nem jelenti azt, hogy a régiók között ne lennének különbségek a háztartások hasznossági függvénye szempontjából. Ezek a hasznossági különbségek hosszú távon, vagyis az egyes időperiódusok között a munkaerő migrációját fogják indukálni.

$$L'_{i,t} = L_{i,t} + LMIGR_{i,t} . \quad (F-30)$$

ahol:

$$LMIGR_{i,t} = \Phi \left( e^{\Theta(U_{i,t}^* + c_i)} - e^{\Theta AVG(U_{i,t}^* + c_i)} \right) L_{i,t} . \quad (F-31)$$

Az  $U_{i,t}^*$ -vel jelölt hasznosságokat kiegészítik a regionális sajátosságokat kifejező  $c_i$  konstansok, amelyeket az első időperiódus futtatása során végrehajtott egyensúlyi kalibrálás alapján kapunk. A  $\Phi$  és a  $\Theta$  a migráció erősségét és sebességét befolyásoló paraméterek. Az  $AVG$  a hasznosságok súlyozott számtani átlagolását jelenti, ahol súlyként a foglalkoztatottak számát használtuk. A hasznossági függvény formája hasonló az (F-20) egyenletben leírtakhoz, itt azonban a  $\sigma$  megtakarítási ráta is beépítésre került, vagyis a háztartások közvetlen módon a jövedelmüknek „csak”  $(1 - \sigma)$ -szeresét fogják fogyasztásra költeni:

$$U_{i,t}^* = \alpha_H \ln \frac{H_i}{L_{i,t}} + \beta \ln((1 - \sigma)x_{i,t}) . \quad (F-32)$$

A migráció módosítja az adott időszakban (technikailag az időszak végén) a munka regionális eloszlását, amely regionális értékekhez hozzáadódnak a következő időszaki értékek előállításához szükséges növekmények. Induljunk ki a makrogazdasági modellből átvett,  $\Delta L_{TOTAL}$ -al jelölt, az összes foglalkoztatottra vonatkozó növekedésből és az alábbi definíció szerinti jelölésekből:

$$\sum_i L_{i,t} = L_{TOTAL} ,$$

$$\Delta L_{TOTAL} = L_{TOTAL,t+1} - L_{TOTAL,t} , \quad \Delta L_i = L_{i,t+1} - L'_{i,t} \\ \Delta TFP_{AVG} = TFP_{AVG,t+1} - TFP_{AVG,t} , \quad \Delta TFP_i = TFP_{i,t+1} - TFP_{i,t} .$$

<sup>15</sup>A „numeraire” gyanánt definiált átlagos kamatlábat a makrogazdasági modellhez igazítottuk, amely alapján az értéke  $r = 0,241143$ .

Ezt követően definiálhatjuk az átlagos elaszticitást, amely megmutatja, hogy a  $TFP$  1 százalékos növekedése a foglalkoztatottság hány százalékos növekedését vonja maga után.

$$E_{t+1/t} = \frac{\Delta L_{TOTAL}}{L_{TOTAL,t}} : \frac{\Delta TFP_{AVG}}{TFP_{AVG,t}}. \quad (F-33)$$

Feltételezzük, hogy minden régióra ugyanez a rugalmassági tényező érvényes, vagyis

$$\frac{\Delta L_i}{L'_{i,t}} = E_{t+1/t} \frac{\Delta TFP_i}{TFP_{i,t}}, \quad (F-34)$$

amelyet átrendezve megkapjuk a következő időperiódusra vonatkozó regionális értékeket:

$$L_{i,t+1} = L'_{i,t} + E_{t+1/t} \frac{TFP_{i,t+1} - TFP_{i,t}}{TFP_{i,t}} L'_{i,t}. \quad (F-35)$$

Hasonlóan a munkához, a tőke esetében is definiálható a szóban forgó elaszticitás, és elvégezhető a változások regionális szétosztása azzal a különbséggel, hogy a makrogazdasági modelltől beruházási idősort tudunk átvenni, amely alapján első lépésben a következő időszak összes tőkeállományát kell kiszámítani, majd ezt követheti a regionális szétosztás a  $TFP$ -re vonatkozó rugalmassági tényező alapján:

$$K_{TOTAL,t+1} = (1 - \delta)K_{TOTAL,t} + INV_{TOTAL,t}, \quad (F-36)$$

ahol a  $\delta$  a tőkeállományokra vonatkozó értékcsökkenési ráta.

A munkaerő migrációja (és az ezt követő tőkeváltozások) hosszú távon a régiók közötti egyensúly kialakulásának irányában hatnak, a folyamat addig tart, amíg a hasznosságbeli különbségek ki nem egyenlítődnek.



## 2. Függelék

### A GMR-Európa modell TFP modell blokkja egyenleteihez felhasznált adatforrások listája

Változó neve	Magyarázat/adatforrás
$PAT_{i,t}$	Szabadalmi bejelentések száma / Eurostat NewCronos adatbázis
$PUB_{i,t}$	Tudományos publikációk száma / RKF adatbázis (CWTS, Leiden University)
$GRD_{i,t}$	K+F kiadások értéke (millió Euro) / Eurostat NewCronos adatbázis
$HTEMP_{i,t}$	Foglalkoztatottak a tudásintenzív ágazatokban (ezer fő) / Eurostat NewCronos database
$SOCKAP_{i,t}$	European Social Survey (2002 és 2004)
$HUMCAP_{i,t}$	Eurostat NewCronos adatbázis
$DGRD_{i,t}$	Eurostat NewCronos adatbázis
$DHTEMP_{i,t}$	Eurostat NewCronos adatbázis

*Megjegyzés:* A változók részletes magyarázatát lásd Varga, Pontikakis, Chorafakis 2014.

### A GMR-Európa modell SCGE modell blokkja fontosabb változóikhoz felhasznált adatforrások

Változó neve	Magyarázat/adatforrás
$Y_i$	Hozzáadott érték / Eurostat
$TFP_i$	Regionális teljes tényező termelékenység / CRENOS, University of Cagliari
$L_i$	Foglalkoztatottak száma / Eurostat
$K_i$	Tőkeállomány / Eurostat (kivéve: Ausztria esetében Statistik Austria, Luxemburg esetében Statistiques du Luxembourg) bruttó beruházási adatok alapján becsült érték
$w_i$	Bruttó munkabér / Eurostat
$H_i$	Lakásállomány / Eurostat (kivéve: Belgium esetében Statistics Belgium, Németország esetében Destatis)
$N_i$	Népesség / Eurostat
$\tau_{ij}$	Régiók közötti szállítási költség / Via Michelin és Google Maps időbeli adatok alapján származtatott „jéghegy-elv” alapú költségadat

*Megjegyzés:* A hozzáadott érték és a beruházások értéke 2000. évi áron és vásárlóerő paritáson (EU-27 országain belül) kerültek kiszámításra, euróban megadva. A fogyasztói és a beruházási árindexek valamint az euró különböző nemzeti valutákra vonatkozó árfolyamának forrása a Eurostat.

## Irodalom

1. Aghion, P. and Howitt, P. (1998) *Endogenous Growth Theory*. MIT Press, Cambridge.
2. Anselin, L., Varga, A. and Acs, Z. (1997) Local geographic spillovers between university research and high technology innovations. *Journal of Urban Economics* 42, 422–448.
3. Baldwin, R. E., P. Martin (2004) Agglomeration and Regional Growth. In Henderson, V. and J-F. Thisse: *Handbook of Regional and Urban Economics*. Elsevier, Amsterdam, 2671–2711.

4. Bayar A. (2007), *Simulation of R&D Investment Scenarios and Calibration of the Impact on a Set of Multi-Country Models*. European Commission DG JRC. Institute for Prospective Technological Studies (IPTS).
5. Bröcker, J. and Korzhenevych A. (2008) Forward Looking Dynamics in Spatial CGE Modelling. Unpublished manuscript, pp.17.
6. ESRI (2002), An examination of the ex-post macroeconomic impacts of CSF 1994-1999 on Objective 1 countries and regions. Dublin.
7. European Commission (2010) Europe 2020. A strategy for smart, sustainable and inclusive growth (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2010:2020:FIN:EN:PDF>)
8. Fritsch, M. (2002) Measuring the Quality of Regional Innovation Systems: A Knowledge Production Function Approach. *International Regional Science Review* 25, 86–101.
9. Fujita, M., Krugman, P. and Venables, A. (1999) *The Spatial Economy*. MIT Press.
10. Ivanova, O., Heyndrickx, C., Spitaels, K., Tavasszy, L., Manshanden, W., Snelder, M., and Kooops, O. (2007) *RAEM: version 3.0. Final Report*. Transport & Mobility Leuven, 77 p.
11. Jaffe, A. (1989) Real Effects of Academic Research. *American Economic Review* 79, 957–970.
12. Járosi P., Koike, A., Thissen, M. and Varga A. (2010) Regionális fejlesztéspolitikai hatáselemzés térbeli számszerűsített egyensúlyi modellel. *Közgazdasági Szemle* 57, 165–180.
13. Krugman, P. (1991) Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy* 99, 483–499.
14. Lengyel I. (2009) Knowledge-based local economic development for enhancing competitiveness in lagging areas of Europe: The case of the University of Szeged. In Varga A. (Ed): *Universities, Knowledge Transfer and Regional Development: Geography, Entrepreneurship and Policy*. Edward Elgar, Cheltenham-Northampton, 322–349.
15. Mellár T. (2010) Válaszút előtt a makroökonómia? *Közgazdasági Szemle* 57, 591–611.
16. OECD (2010) OECD typology of regional innovation systems. 20th Session of the Working Party on Territorial Indicators, 29 November 2010. Public Governance and Territorial Development Directorate, Territorial Development Policy Committee.
17. Ratto, M., Roeger, W. and Veld, J. (2009) QUEST III: An estimated open-economy DSGE model of the euro area with fiscal and monetary policy. *Economic Modelling* 26, 222–233.
18. Romer, P. (1990) Endogenous technological change. *Journal of Political Economy* 98, 71–102.
19. Schalk, H. and Varga, A. (2004) *The economic effects of EU Community Support Framework interventions. An ex-ante impact analysis with EcoRET, a macroeconomic model for Hungary*. Center of Applied Economic Research Münster (CAWM), University of Münster, Münster.
20. Varga, A. (2000) Local academic knowledge transfers and the concentration of economic activity. *Journal of Regional Science* 40, 289–309.

21. Varga, A. (2006) The spatial dimension of innovation and growth: Empirical research methodology and policy analysis. *European Planning Studies* 9, 1171–86.
22. Varga, A. (2007), GMR-Hungary: A complex macro-regional model for the analysis of development policy impacts on the Hungarian economy. PTE KTK KRTI working papers 2007/4.
23. Varga, A. (2008), From the Geography of Innovation to Development Policy Analysis: The GMR-approach. *Annales d'Economie et de Statistique* 87-88, 83–102.
24. Varga A. (2009) *Térszerkezet és gazdasági növekedés*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
25. Varga, A. (2015) Place-based, spatially blind or both? Challenges in estimating the impacts of modern development policies: The case of the GMR policy impact modeling approach. *International Regional Science Review* (forthcoming).
26. Varga, A., Járosi, P. and Sebestyén, T. (2009) Geographic Macro and Regional Model for EU Policy Impact Analysis of Intangible Assets and Growth. Working Paper IAREG WP5/20.
27. Varga A. and Törmä H. (2010) *The extended GMR modeling system. Study on the impact of the Single Market on Cohesion: Implications for Cohesion Policy, Growth and Competitiveness*. European Commission, DG Regio project, Methodology Report.
28. Varga A., Járosi P. és Sebestyén T. (2014) A 2014-20 közötti időszak ex-ante értékeléséhez a támogatások várható makrogazdasági hatásainak modellezése. A Nemzeti Fejlesztési Ügynökség NFÜ 30/2013. számú projektje keretében készült tanulmány.
29. Varga, A., Pontikakis, D. and Chorafakis, G. (2014) Metropolitan Edison and cosmopolitan Pasteur? Agglomeration and interregional research network effects on European R&D productivity. *Journal of Economic Geography* 14, 229–263 (doi:10.1093/jeg/lbs041).

#### EX-ANTE IMPACT ASSESSMENT OF EU COHESION POLICY REFORMS WITH THE GMR-EUROPE MODEL

This paper introduces the Geographic Macro and Regional (GMR) model for EU NUTS-2 regions. The model consists of three blocks: the TFP, the SCGE and the MACRO blocks. GMR models are built for regional and macroeconomic impact analysis of regional innovation policies with a specific focus on the impact of R&D and human capital development support. The analysis with the GMR-Europe model can be done both at the regional and the EU macroeconomic levels. Policy simulations on the aggregate impacts of different Cohesion policy options illustrate model capabilities.