

JÁROSI PÉTER–KOIKE ATSUSHI–
MARK THISSEN–VARGA ATTILA

Regionális fejlesztéspolitikai hatáselemzés térbeli számszerűsített általános egyensúlyi modellel

A térbeli számszerűsített általános egyensúlyi modellek az új gazdaságföldrajz empirikus alkalmazásainak eszközei. Szemléleti-módszertani gyökereiket tehát az új gazdaságföldrajzi és a számszerűsített általános egyensúlyi modellekben találjuk meg. Tanulmányunkban a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség részére az Új Magyarország Fejlesztési Terv hatáselemzésére kidolgozott GMR-Magyarország elnevezésű modellrendszerbe épített modellt ismertetjük, valamint egy szimulációval illusztráljuk a modell használatát.*
Journal of Economic Literature (JEL) kód: C68, D58, R13, R38, R58.

„A számszerűsített földrajzi egyensúlyi modellezés jelentős lépés lenne afelé, hogy az elméleti gazdaságföldrajz előrejelző tudományá válnon, amely képes hipotetikus sokkok – például kormányzati beavatkozások – gazdasági térszerkezetre gyakorolt hatásainak értékelésére.” (Fujita–Krugman–Venables [1999] 348. o.)

A térbeli számszerűsített általános egyensúlyi (*spatial computable general equilibrium, SCGE*) modellek – Anthony Venables kifejezésével élve – az új gazdaságföldrajz „empirikus megfelelői”. Szemléleti-módszertani gyökereiket tehát az új gazdaságföldrajzi

* Tanulmányunknak nem célja a „területfejlesztési politika” és a „regionális fejlesztéspolitika” fogalmak közötti hasonlóságok és különbségek részletes tárgyalása. A „regionális politika” részeként értelmezhető „regionális fejlesztéspolitikán” az angol nyelvű irodalomban használatos „Regional Development Policy” magyar megfelelőjét értjük.

A szerzők köszönetüket fejezik ki a modell építéséhez adott hasznos tanácsokért Balás Gábornak, Béres Attilának, Johannes Bröckernek, Ember Lászlónak, Ugo Fratesinek, Major Klárának, Jan Oosterhavennek, Révész Tamásnak, Tétényi Tamásnak, Sebestyén Tamásnak, Vincze Jánosnak, az Európai Regionális Tudományi Társaság 2006. évi, Volosban rendezett konferenciája, a Magyar Közgazdaságtudományi Egyesület 2007. évi budapesti konferenciája, a Nemzetközi Regionális Tudományi Társaság 2008. évi, New Yorkban rendezett konferenciája, a Német Regionális Tudományi Társaságnak 2008-ban a Kieli Egyetemen rendezett műhelytalálkozója, valamint az Arizonai Állami Egyetem Geoda Center és a PTE KTK Közgazdasági és Regionális Tudományok Intézete szemináriumi résztvevőinek. Külön köszönet illeti a tanulmány anonim opponensét hasznos tanácsaiért, javaslataiért. A kutatási asszisztenciáért pedig köszönet illeti Horváth Mártont és Uderszky Zsoltot.

Járosi Péter, Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar, Közgazdasági és Regionális Tudományok Intézete, Pécs.

Koike Atsushi, Tottori Egyetem, Tottori, Japán.

Mark Thissen, Holland Környezetvédelmi Ügynökség, Hága és Utrechti Egyetem, Utrecht.

Varga Attila, Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar, Közgazdasági és Regionális Tudományok Intézete, Pécs (e-mail: vargaa@ktk.pte.hu).

(Krugman [2003/1991], Fujita–Krugman–Venables [1999]) és a számszerűsített általános egyensúlyi (*computable general equilibrium, CGE*) modellekben találjuk meg.

A Paul Krugman által megalapított „új” gazdaságföldrajz leginkább abban különbözik a „hagyományos” gazdaságföldrajztól, hogy a térproblémák vizsgálata során ez utóbbi inductív, formalizált modelleket nem kedvelő szemléletét a neoklasszikus közgazdaságtant jellemző deduktív közelítésmóddal cseréli fel. Módszertanában tehát az új gazdaságföldrajz a regionális közgazdaságtannal mutat közös vonásokat. Krugman [1991] centrum–periféria modellje (és annak számos későbbi továbbfejlesztésében) azáltal lépett tovább a regionális tudomány korábbi modelljein, hogy a növekvő hozadék, a szállítási költségek és az agglomerációs externáliák általános egyensúlyi rendszerbe integrálása révén képessé vált a gazdasági térszerkezetet kialakító folyamatok endogén magyarázatára. Ezáltal a térszerkezetet kialakító erők beépültek a neoklasszikus közgazdaságtan rendszerébe: a fogyasztói és termelői optimalizálás révén kialakuló általános egyensúlyi állapot immár a földrajzi koncentrációk kialakulását segítő centripetális (növekvő hozadék, pozitív agglomerációs hatások) és centrifugális (szállítási költség) erők hatásait is hordozza. Az új gazdaságföldrajz modelljei tehát térben értelmezett általános egyensúlyi rendszerek, vagyis az inputok és outputok egyensúlyi mennyiségei és azok árai meghatározásán túl azt is leírják, hogy ezek az egyensúlyi értékek a gazdasági szereplők milyen térbeli eloszlása mellett valósulnak meg. A térszerkezetek változatos formát ölthetnek: a minták az ipari centrum és mezőgazdasági periféria szerkezettől a városok-települések hierarchikus szerkezetéig terjednek (Fujita–Thisse [2002], Baldwin és szerzőtársai [2003]).

A számszerűsített általános egyensúlyi (*computable general equilibrium, CGE*) modellek a walrasi általános egyensúlyelmélet empirikus alkalmazásai gazdaságpolitikai hatáselemzésekre. A modelleket gyakran használják különféle kormányzati beavatkozások (adók, vámok, támogatások) várható makrogazdasági hatásainak vizsgálatára. E modellek vonzó tulajdonsága, hogy a hatásoknak az egyes piacokon végigfutó (puszta logikai következtetésekkel nehezen végiggondolható) láncolatait figyelembe véve vezetnek le a beavatkozások várható eredményeit. Az általános egyensúly kritériumai (a kereslet–kínálat megegyezése az output- és az inputpiacokon, az árak megfelelése az inputköltségek összegének, valamint a tényezőjövédelmek és a végső felhasználás értékének makroszintű megegyezése) feltételezése mellett a modellek szimultán számolják ki a termékek és a termelési tényezők piacain az egyensúlyi mennyiségeket és árakat. A beavatkozás számszerű hatásai a beavatkozás nélküli egyensúlyi állapotnak és a beavatkozás után kialakuló egyensúlyi állapotnak az összevetése révén kaphatók meg. A modellek empirikus kiszámítása a társadalmi elszámolások mátrixára (*social accounting matrix, SAM*) épül.

A számszerűsített általános egyensúlyi modellezéssel nem foglalkozó közgazdászok nem ritkán tekintik e modelleket „fekete doboznak”, és emiatt gyakran mutatnak ellenérzést e modellekkel szemben. Ennek több oka van. Egyrészt a konkrét elemzésekre használt modelleket ismertető tanulmányok ritkán bocsátkoznak a modellek részletes leírásába, amit sok esetben a kiterjedt és bonyolult struktúrák terjedelmi okok miatt sem tesznek lehetővé. Másrészt a számszerűsített általános egyensúlyi modellezés módszertanával foglalkozó munkák (Shoven–Whalley [1992], Rutherford [1995]), azok magas szintű matematikai ismeretigénye miatt, kevésbé megközelíthetők a szélesebb közgazdász közönség számára. Meglehetősen ritkán találkozhatunk az irodalomban olyan tanulmányokkal, amelyek nem specialisták számára is érthetővé tennék e „fekete doboz” tartalmát (Hoose [1999], Lofgren–Harris–Robinson [2002], Wing [2004]).

A regionális gazdasági elemzések során a számszerűsített általános egyensúlyi (CGE) modelleket több területen is felhasználták. Az alkalmazások a régiók közötti szállításban beálló változások modellezésétől a környezetvédelmi hatástanulmányokig terjednek (Donaghy [2009]). Az új gazdaságföldrajz alapjain felépülő térbeli számszerűsített általános egyensúlyi

(SCGE) modellek a növekvő hozadék, a szállítási költségek és a termelési tényezők térbeli mobilitásának interakciói révén, kumulatív módon létrejövő térszerkezet jelentőségét helyezik a modellstruktúrák középpontjába. A *CGE-Europe* modell (Bröcker [1998]), Venables és Gasiorek modellje (Venables–Gasiorek [1999]), amely az Európai Unió strukturális alapjainak hatását vizsgálja, valamint a RAEM (*Oosterhaven és szerzőtársai* [2001], Thissen [2003]) tartoznak az irodalomban leggyakrabban hivatkozott modellek közé.

Tanulmányunkban a *GMR-Magyarország* (Varga [2007]) modellrendszerbe¹ épített térbeli számszerűsített általános egyensúlyi modellt ismertetjük.² A földrajzi makro- és regionális (*geographic macro and regional, GMR*) modell a fejlesztéspolitikai beavatkozások regionális és makroökonómiai hatásainak integrált vizsgálatára felépített modellrendszer. A *GMR-Magyarország* makroökonómiai modelljét Schalk–Varga [2004], regionális teljes tényezőtermelékenységre vonatkozó modelljét pedig Varga [2008] részletezi. A térbeli számszerűsített általános egyensúlyi modellt Koike–Thissen [2004] *RAEM-Light* modelljének bázisán dolgoztuk ki, és földrajzi makro- és regionális környezetbe integrálásával továbbfejlesztettük.

A következőkben a számszerűsített általános egyensúlyi modellezés alapelveibe nyújtunk bevezetést. Majd a *GMR-Magyarország* térbeli számszerűsített általános egyensúlyi (SCGE) modelljének szerkezetét mutatjuk be, ezt követően a modell fejlesztéspolitikai elemzésben való alkalmazására adunk példát. A tanulmányt összegzéssel zárjuk és függelékkel egészítjük ki.

Számszerűsített általános egyensúlyi modellezés

Képszerűen talán úgy lehetne a legjobban megvilágítani a számszerűsített általános egyensúlyi modellezés alap gondolatát, hogy e modellek a statisztikailag megfigyelt adatokra (GDP, foglalkoztatás, bérek stb.) „ráfeszítenek” egy egyensúlyban lévő gazdasági struktúrát. A helyesen parametrizált modellek megoldásként a megfigyelt adatokat reprodukálják alaphelyzetben. A gazdaságpolitikai beavatkozásokat reprezentáló szimulációk során pedig az adatokra ráillesztett modellstruktúra „dolgozik” tovább, immár a beavatkozások révén megváltozott feltételekkel (magnövekedett infrastruktúrális beruházások, megváltozott adókulcsok stb.) mindaddig, amíg a rendszer rá nem talál az új egyensúlyra. A számszerűsített általános egyensúlyi modellstruktúrát többek között a választott (termelési, hasznossági és egyéb) függvényformák, a szereplők viselkedésére (hasznosságmaximalizálás, költségminimalizálás stb.) és a piaci szerkezetekre vonatkozó feltételezések, illetve a modell iparági aggregátsági szintje határozza meg. Az analízis az egyensúlyban levő modell endogén változóinak (GDP, foglalkoztatás, bérek stb.) beavatkozás előtti és utáni értékeit hasonlítja össze. A számszerűsített általános egyensúlyi modellezés előnye (szemben például az ökonometriaival modellekkel), hogy mikroökonómiai alapokra épül, vagyis a modellek az egyes szereplők (háztartások, vállalatok) viselkedéséből, a piacok bonyolult kapcsolatrendszerét figyelembe véve vezetnek le a makroszintű eredményeket.

A walrasi általános egyensúly állapotát négy egyenlőséggel írhatjuk le (Wing [2004]):
 1. a kereslet és kínálat egyezősége a végtermékpiacon; 2. a kereslet és kínálat egyezősége az elsődleges (munka, tőke, föld) inputpiacon; 3. bármely termék értékének és az előállításához szükséges inputok értékei összegének megegyezése (nullaprofit-feltétel); 4. a végtermékek összesített értékének és az elsődleges inputok összesített jövedelme-

¹ A modellrendszert a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség részére az Új Magyarország Fejlesztési Terv hatáselemzésére dolgoztuk ki.

² A számszerűsített általános egyensúlyi (CGE) modellezés viszonylag kevésbé elterjedt a hazai hatáselemző gyakorlatban. A Révész–Zalai [2000] által kifejlesztett HUMUS modellszalad szolgál példaként ebben a tekintetben.

inek egyezősége. Az induló modellfeltételek (a szereplők viselkedése, az alkalmazott termelési és hasznossági függvények típusa stb.) határozzák meg, hogy a megfelelő keresleti és kínálati függvények milyen matematikai formát nyernek.

Az elméleti modellt a társadalmi elszámolások mátrixa (*social accounting matrix, SAM*) köti a megfigyelt adatokhoz. Az 1. ábra a társadalmi elszámolások egy stilizált mátrixát ábrázolja egy adott időperiódusra értelmezve. A bal felső mátrix a termelés közbeeső javainak mozgását reprezentáló input-output mátrix. A közbeeső javak vásárlását ellentételező pénzmozgások az oszlopokból a sorok felé irányulnak. Vagyis a mátrix bármely eleme az oszlopnak megfelelő iparág vásárlásainak értékét mutatja a sornak megfelelő iparágtól. A jobb felső mátrix elemei a végső felhasználásra szolgáló javak értékesítéseit mutatják: az egyes (fogyasztói, beruházói stb.) felhasználók pénzügyi ellentételezéseit a megfelelő iparágaknak. A bal alsó mátrix egy-egy cellája pedig az egyes iparágak elsődleges inputok (munka, tőke) vásárlására szolgáló kiadásait reprezentálja.

1. ábra

Egy stilizált társadalmi elszámolási mátrix (SAM)

	1. iparág	·	·	N-edik iparág	·	1. használat	·	F-edik használat	
1. iparág									Y_1
·									·
·		Közbeeső javak					Végső felhasználás		·
N-edik iparág									Y_N
·									
1. input									T_1
·		Elsődleges inputok							
J-edik input									T_k
	Y_1	·	·	Y_N	·	V_1	·	V_F	

A számszerűsített általános egyensúlyi (CGE) modell építése során a társadalmi elszámolási mátrix mérlegösszefüggéseit a walrasi egyensúly négy feltételével feleltetjük meg. Bármely, a közbeeső javak és a végső felhasználást szolgáló javak mátrixain végighúzódo sor összege az illető iparág összes keresletét jelenti, amely megegyezik Y_i -vel, az adott iparág kínálatával (az 1. walrasi egyensúly kritérium). Bármely elsődleges input sorösszege (az adott input iránti kereslet értéke) megegyezik T_k -val, az illető input mennyiségével (a 2. walrasi egyensúly kritérium). Bármely, a közbeeső javak és az elsődleges inputok mátrixain végigfutó oszlop elemeinek összege (a termék előállítás során felmerült költségek nagysága) megegyezik az iparági termelés értékével, Y_j -vel, vagyis nem keletkezik gazdasági profit (a 3. walrasi egyensúlyi kritérium). Végül egy társadalmi elszámolási mátrixban az elsődleges inputok mátrixelemeinek összege megegyezik a végső felhasználás mátrixelemeinek összegével (a 4. walrasi egyensúlyi kritérium).

A társadalmi elszámolási mátrix egyrészt a modell paramétereinek kalibrálása során ad alapinformációkat (például a Cobb–Douglas-féle termelési függvény esetében iparáganként a termelési tényezők paraméterei meg fognak egyezni e tényezők jövedelmeinek az iparági teljes hozzáadott értékből való részesedési arányaival, amely értékek kiszámíthatók a társadalmi elszámolási mátrixból). A társadalmi elszámolási mátrix további felhasználása során a termelési és hasznossági függvények, a termelők és a fogyasztók viselkedéseire vonatkozó feltevések – együtt a piaci szerkezetekre vonatkozó feltételezésekkel – együttesen meghatározzák azokat a termék- és tényezőár-kombinációkat, amelyek mellett a négy

walrasi egyenlőség teljesül. A modell az így meghatározott egyensúlyi állapotban a társadalmi elszámolási mátrix elemeit reprodukálja.

A modell társadalmi elszámolási mátrixból nem kinyerhető paramétereinek kalibrálásához ökonometriai vagy (más modellekben, elemzésekben alkalmazott és hasonló funkciót betöltő paraméterek alapján) szakértői becslések segítségével olyan szisztematikus változtatásokat hajtanak végre, amelyek egy iterációs folyamattal elvezetnek azon paraméterértékekhez, amelyek mellett a modell egyensúlyi helyzetben a társadalmi elszámolási mátrixot reprodukálja. A számszerűsített egyensúlyi modelleket alkotó többismeretlenes, nemlineáris egyenletrendszerek megoldására, illetve a paraméterek kalibrálására több numerikus módszer létezik (*Shoven–Whalley* [1992]), illetve több szoftver van forgalomban (GAMS, MATLAB), amelyek beépített megoldó programokkal rendelkeznek.

A térbeli számszerűsített egyensúlyi modellek a tér dimenzióját adják hozzá (az általában egy területi egységre – jellemzően országokra – felépített) számszerűsített egyensúlyi modellekhez. Ez részben azt jelenti, hogy a területi egységek száma megsokszorozódik. A területi egységeken ezekben a modellekben általában az országnál kisebb (szubnacionális) régiókat kell érteni. Ez azt jelenti, hogy az *I. ábrán* a közbeeső javak és a végső felhasználások mátrixai kiterjednek jobb oldali irányban a régiók közötti keresletek számításba vétele érdekében, a termelési inputok és a közbeeső javak mátrixai pedig megnyúlnak lefelé, hogy a régiók közötti inputkeresletek is figyelembe vehetők legyenek. Az egy területi egységre felépített számszerűsített egyensúlyi modellek további kiterjesztését az jelenti, hogy a modellekbe beépülnek a (pozitív és negatív) agglomerációs hatások, amelyek az elsődleges inputok (munka, tőke) migrációját is befolyásolják. Az eddig kifejtett elvek alkalmazását a földrajzi makro- és regionális (GMR) modell térbeli számszerűsített egyensúlyi (SCGE) részmodelljének bemutatása során illusztráljuk a következő fejezetben.

A GMR-Magyarország térbeli számszerűsített egyensúlyi modellje

Modelljellemzők, adatok, paraméter-kalibráció

A modell jellemzőit nagyrészt a rendelkezésre álló adatok határozzák meg. Regionális szinten az információk nem olyan részletezettek, mint országosan, ehhez a helyzethez alkalmazkodni kellett a modellezés során. A modell jellemzői a következők:

- a) a modell 20 magyarországi régiót³ tartalmaz (megyék és Budapest),
- b) a modell négy szektort⁴ vizsgál: mezőgazdaság (TEÁOR: A, B), ipar (TEÁOR: C, D, E, F), szolgáltatások (TEÁOR: G, H, I, J, K), közszolgáltatások (TEÁOR: L, M, N, O). Mindegyik szektort egy-egy reprezentatív vállalat jeleníti meg minden egyes régióban,
- c) mivel a közbeeső javak mátrixa és a bruttó termelés értéke nem áll rendelkezésre regionális szinten, így a modellben a regionális outputot a hozzáadott érték, az inputokat pedig a munka és a tőke méri,
- d) Cobb–Douglas-típusú hasznossági és termelési függvények,

³ A régió fogalmán itt a modellbeli területi egységet értjük, ami lehet NUTS–2, NUTS–3 stb. szint. Elvileg lehetséges részletesebb területi bontást is alkalmazni, például a kistérségeket alapul véve. Magyarországon azonban olyan mértékben szegényes a hozzáférhető adat ezen a szinten (viszonyítva a megyei adatokhoz), ami már a modell kalibrálhatóságát kérdőjelezi meg.

⁴ A KSH által használt ágazati bontásnál részletesebb adatok átfogóan nem állnak rendelkezésre, következésképpen a modellben elviekben lehetséges maximális szektordarabszáma jelenleg a szóban forgó 15 darab, TEÁOR: A–O. Matematikailag ennél több szektor is értelmezhető, ha lenne adat, technikai értelemben csak a számítógép-kapacitás szab korlátot.

e) A gazdasági szereplők viselkedése: haszonmaximalizálás (háztartások), költségminimalizálás (vállalatok),

f) a szállítási költségek a samuelsoni „jéghegyelv” alapján épülnek be a modellbe (vagyis az adott termékmennyiségnek adott távolságra való eljuttatási költsége a termék részarányában kerül kifejezésre),

g) a teljes tőkemennyiség a háztartások tulajdonában van,

h) a háztartások száma rövid távon rögzített,

i) a lakások száma rögzített a modellben,

j) a pozitív agglomerációs hatásokat a regionális teljes tényezőtermelékenység értékei, a negatív agglomerációs hatásokat pedig az egy főre jutó lakásterület nagysága közelítik.

A modell megkülönböztet rövid és hosszú távú egyensúlyt. A rövid távú egyensúly állapotában minden régió külön-külön egyensúlyban van, viszont a régiók között különbségek vannak a hasznossági szintekben. A munka (és az azt követő tőke) migrációja ezen különbségekre reagál két rövid távú állapot között. A munka és a tőke migrációja hosszú távon olyan egyensúlyhoz vezet, amelyben eltűnnek a hasznossági különbségek, és így a migráció is leáll.

A modell bemeneti adatai a KSH-tól származó, 2006-ra vonatkozó regionális információk: beruházás, foglalkoztatás, hozzáadott érték, lakások száma. Az értékeket a konzisztencia érdekében 1995. évi árakra konvertáltuk. A regionális-szektorális tőkeállományt az úgynevezett folyamatos újraértékelési módszerrel (*perpetual inventory method, PIM*) becsültük. A megyék közötti, iparáganként változó szállítási költségeket a Transman Kft. becsülte az út- és vasúthálózatról rendelkezésre álló információk alapján. A regionális hasznossági és termelési függvények paramétereinek kalibrálásához a nemzeti szinten rendelkezésre álló 2000-es társadalmi elszámolások mátrixát használtuk kiindulásként.⁵

Rövid távú egyensúly

Az egyenletekben az i , m és t indexek rendre a területi egységet, a szektort és az időperiódust jelölik. A modellben $I = 20$ régió és $M = 4$ szektor van. Néhány egyenletnél, ahol a területi egység esetében kettős indexre van szükség (például a szállítási költség egyik régióból a másik régióba), ott az i mellett megjelenik a j index is, és értelemszerűen ez is a területi egységet jelöli.

A TÉNYEZŐKERESLETI FÜGGVÉNYEK. A termelési függvény Cobb–Douglas-formát ölt, amely minden területi egységben és azon belül minden szektorban meghatározza az Y kibocsátást a felhasznált L munka és K tőke mennyiségének függvényében adott α rugalmassági és A teljes tényezőtermelékenységi paraméter mellett.

$$Y_{i,m} = A_{i,m} L_{i,m}^{\alpha_{i,m}} K_{i,m}^{1-\alpha_{i,m}}. \quad (1)$$

Költségminimalizálás esetén a tényezőkeresleti függvények a következő formájúak (lásd például Varian [2001]):

$$L_{i,m} = \frac{\alpha_{i,m} V A_{i,m}}{w_{i,m}} \quad (2)$$

és

$$K_{i,m} = \frac{(1-\alpha_{i,m}) V A_{i,m}}{r_{i,m}}, \quad (3)$$

⁵ Az adatok és forrásaik részletes leírását Varga [2007] nyújtja.

ahol $w_{i,m}$ az egyensúlyi béreket, $r_{i,m}$ az egyensúlyi kamatlábat, $VA_{i,m}$ pedig a hozzáadott értéket jelöli:

$$VA_{i,m} = Y_{i,m} q_{i,m}, \tag{4}$$

ahol a $q_{i,m}$ egyensúlyi, szállítási költség nélküli (*fob*) árak az (5) képlet szerint alakulnak:

$$q_{i,m} = \frac{w_{i,m}^{\alpha_{i,m}} r_{i,m}^{1-\alpha_{i,m}}}{A_{i,m} \alpha_{i,m}^{\alpha_{i,m}} (1-\alpha_{i,m})^{1-\alpha_{i,m}}}. \tag{5}$$

A TERMÉKKERESLETI FÜGGVÉNYEK. Homogén preferenciájú háztartásokat (egyéneket) feltetelezve, az egy főre jutó fogyasztások és az egységnyi munkaerőre jutó lakásállomány alapján az adott területi egységben a hasznossági függvény:

$$\ln(u_i) = \alpha'_h \ln \left(\frac{H_i}{\sum_{m=1}^M L_{i,m}} \right) + \sum_{m=1}^M \beta_m \ln \left(\frac{X_{i,m}}{N_i} \right), \tag{6}$$

ahol N_i az i -edik területi egység népessége (fő), H_i pedig ugyanitt a lakásállomány.⁶

A háztartások haszonmaximalizálása a (7) (egyéni) költségvetési korlát figyelembevételével történik:

$$\frac{\sum_{m=1}^M w_{i,m} L_{i,m}}{N_i} + \frac{\sum_{j=1}^I \sum_{m=1}^M r_{j,m} K_{j,m}}{\sum_{j=1}^I N_j} = \sum_{m=1}^M \pi_{i,m} \frac{X_{i,m}}{N_i}. \tag{7}$$

Ennek a szélsőérték-feladatnak a megoldása vezet a végtermék-keresleti függvényhez. A j -edik területi egység összességében az m -edik szektor által előállított javak vásárlására $X_{j,m} \pi_{j,m}$ kiadást hajt végre, ahol $X_{j,m}$ a teljes keresett mennyiség, $\pi_{j,m}$ pedig egyfajta átlagos (szállítási költséget is tartalmazó, *cif*) ár, azaz árindex. Az adott területi egységen belül a háztartások összessége rendelkezik bizonyos mennyiségű elkölthető jövedelemmel, amelyet β_m arányokban költenek el az M darab szektor termékei között.

Ennek megfelelően az aggregált keresleti függvény:

$$X_{j,m0} = \frac{\beta_{m0}}{\sum_{m1=1}^M \beta_{m1}} \left\{ \frac{N_j}{\sum_{i1=1}^I N_{i1}} \left[\sum_{i2=1}^I \sum_{m2=1}^M (1-\alpha_{i2,m2}) VA_{i2,m2} \right] + \sum_{m3=1}^M \alpha_{j,m3} VA_{j,m3} \right\} \pi_{j,m0}. \tag{8}$$

AZ ÁLTALÁNOS EGYENSÚLYT LEÍRÓ EGYENLETEK ÉS A RÖVID TÁVÚ MODELL MEGOLDÁSA. *Egyensúly a végtermékpiacokon.* Ha nem lenne régiók közötti kereskedelem a modellben, akkor az $X_{j,m} \pi_{j,m} = Y_{j,m} q_{j,m}$ összefüggés teljesülne, hiszen az m -edik szektor termékei iránti keresletet csak az adott régió belüli outputból lehetne kielégíteni. Ha azonban a j -edik régióba az $i = 1, \dots, I$ régiók bármelyikéből szállítható a szóban forgó szektor áruja, akkor ez I darab különféle árat jelent a $q_{i,m} (1 + \tau_{ij,m})$ szorzatnak, vagyis a szállítási költséggel növelt árak megfelelően. Tekintve a beszállító régiók kereskedelmének egy tetszőleges arányát,

⁶ Az α'_h a Cobb–Douglas-féle hasznossági függvényben a lakásszektor rugalmassági paramétere: $1 - \alpha'_h = \sum_{m=1}^M \beta_m$.

jelölje ezeket a súlyokat $s_{ij,m}$ (az s függvény alakjáról a későbbiekben lesz szó). Ez az arány azt jelenti, hogy az i -edik régió hány százalékban részesedik a j -edik régióban értékesített m -edik szektorbeli áruk összes mennyiségéből.

$$\sum_{i=1}^I s_{ij,m} = 1. \quad (9)$$

Ezekkel a súlyokkal beszorozva a különféle árakat, ezek összegzésével előállítható a j -edik régióra érvényes súlyozott átlagár:

$$\pi_{j,m} = \sum_{i=1}^I q_{i,m} (1 + \tau_{ij,m}) s_{ij,m}. \quad (10)$$

A továbbiakban azt szükséges megvizsgálni, hogy az i -edik régió m -edik szektorára iránt milyen aggregált kereslet képződik a régiók közötti kereskedelem alapján. Az i -edik régió az összes többi $j = 1, \dots, I$ régióban értékesítheti az m -edik szektorában előállított javakat. A j -edik régióban történő összes értékesítésből mennyiségileg $s_{ij,m}$ arányban részesedik, ennek megfelelően az i -edik régió által a j -edik régióban értékesített mennyiség: $x_{j,m} s_{ij,m}$. Ugyanakkor különböző $q_{i,m}(1 + \tau_{ij,m})$ árakon történik ez az értékesítés a különböző célrégiókban, annak ellenére, hogy a kiinduló $q_{i,m}$ ár ugyanaz volt. Egyensúly esetén az i -edik régió összes bevétele az m -edik szektorban egyenlő a régiók és szektorok szerinti hozzáadott értékkel:

$$VA_{i,m} = \sum_{j=1}^I X_{j,m} s_{ij,m} q_{i,m} (1 + \tau_{ij,m}). \quad (11)$$

A régiók közötti kereskedelmet meghatározó s keresleti függvényt konstans helyettesítési rugalmasságúnak (CES) tételeztük fel.

$$s_{ij,m} = \gamma_{ji,m} \left[\frac{(1 + \tau_{ij,m}) q_{i,m}}{\pi_{j,m}} \right]^{-\mu}, \quad (12)$$

ahol az árindex:

$$\pi_{j,m} = \left\{ \sum_{i=1}^I \gamma_{ji,m} \left[(1 + \tau_{ij,m}) q_{i,m} \right]^{1-\mu} \right\}^{\frac{1}{1-\mu}}, \quad (13)$$

ahol μ az árrugalmasság, a γ -k pedig a CES függvény részesedési paraméterei. A μ -t ökonometriai becsléssel, γ -kat pedig a modellnek a valós adatokhoz való illesztése során kalibrálással határoztuk meg.

Egyensúly az inputpiacokon. Az inputpiacok egyensúlykeresése révén történik a modell általános egyensúlyra való megoldása. A Newton-féle érintőmódszer alkalmazásával 20×4 bér (w) és 20×4 tőkejövedelem (r) kerül meghatározásra. Az algoritmus mindaddig keresi a megoldást, amíg a tőke- és a munkapiacokon minden régióban és minden szektorban egyensúly nem lesz, vagyis a keresett mennyiségek megegyeznek a (rövid távon rögzített) kínált mennyiségekkel (a 2. walrasi egyensúly kritérium teljesülése).

A további egyensúlyok. Az inputpiacok egyensúlya esetén a végtermékpiacon is egyensúlyba kerülnek, mivel az inputok iránti keresletet a végtermékek iránti keresletből vezettük le a (2) és (3) egyenletek szerint. Azaz amennyiben az inputpiacok egyensúlyban vannak, akkor ez az inputkereslet egyenlő az inputkínálattal, és ez utóbbit behelyettesítve a termelési függvénybe, pontosan annak megfelelő végtermékkínálatot kapunk eredményül (a levelezetést itt nem részletezzük), mint amilyen végtermékkeresletből kiindultunk (az 1. walrasi egyensúly kritérium teljesülése). A (2) és (3) egyenletek (14) és (15) egyenletekké alakítása után könnyen belátható az is, hogy az egyensúlyi w -k és r -ek mellett ér-

vényesül a szektorok és régiók szerinti jövedelmek összegének és a hozzáadott értéknek az egyenlősége (3. walrasi egyensúly kritérium).

$$\alpha_{i,m}VA_{i,m} = w_{i,m}L_{i,m} \quad \text{és} \quad (14)$$

$$(1 - \alpha_{i,m})VA_{i,m} = r_{i,m}K_{i,m}. \quad (15)$$

Amennyiben (11), (14) és (15) teljesül bármely szektorra és bármely régióra, könnyen belátható, hogy ekkor az egész gazdaságra érvényes az inputjövedelmek és a végtermékek iránti kereslet megegyezése (4. walrasi egyensúly kritérium).

Hosszú távú egyensúly

A rövid távú (regionális) egyensúlyi helyzetek nem feltétlenül jelentik azt, hogy az egész gazdaság egyensúlyban van. A régiók közötti hasznosságkülönbségek munkamigrációt indukálnak, amelyet a tőke régiók közötti mozgása követ.

A munkaerő vándorlását egyik régióból a másik régióba tehát a hasznosságbeli különbségek vezérlik, mégpedig a (16) migrációs egyenlet szerint:

$$\mathbf{L}_{i,t+1} = \left(\mathbf{L}_{i,t} - \varphi \frac{\sum_{i=1}^I \mathbf{L}_{i,t}}{I} + \frac{e^{\theta(u_{i,t}+c_i)}}{\sum_{i=1}^I e^{\theta(u_{i,t}+c_i)}} \varphi \sum_{i=1}^I \mathbf{L}_{i,t} \right) G_{t,t+1} \quad (16)$$

figyelembe véve a regionális szintű munkaerő-állományt, amely az adott régió belüli szektorok munkaerő-állományának összegzéséből állítható elő:

$$\mathbf{L}_{i,t} = \sum_{m=1}^M L_{i,m,t}. \quad (17)$$

A $G_{t,t+1}$ a munkaállomány nemzeti szintű növekedését (vagy csökkenését) kifejező tényező, amely a regionális modell szempontjából külső adottság. Ha értéke 1, akkor nemzeti szinten nincs változás, vagyis a regionális értékek megváltozását csakis a nulla összegű migráció okozhatja.

$$G_{t,t+1} = \frac{\sum_{i=1}^I \mathbf{L}_{i,t+1}}{\sum_{i=1}^I \mathbf{L}_{i,t}}. \quad (18)$$

A φ és a θ az áramlás sebességét, illetve erősségét jellemző paraméterek. A c_i migrációs konstansok kalibrálása oly módon történik, hogy a kezdeti időperiódus végén, vagyis a rövid távú egyensúly kialakulását követően ne legyen a régiók között migráció, azaz $u_{i,t} + c_i = 1$ mindenhol.

A fejlesztéspolitikai beavatkozások hatásmechanizmusa

A földrajzi makro- és regionális (GMR) modell a regionális fejlesztéspolitikai beavatkozásokat három osztályba sorolja: infrastruktúrafejlesztés, oktatás- és K+F-támogatások. Az egyes instrumentumok várható termelékenységi hatását a teljes tényezőtermelékenységre (TFP) vonatkozó modell becsli. A beavatkozás eredményeként megváltozott TFP értékeket a következő egyenlet csatornázza a térbeli számszerűsített általános egyensúlyi (SCGE) modellbe:

$$A_{i,m,t} = TFP_{\text{SHARE},m} (1 + TFP_{\text{GROWTH}}) (1 + TFP_{\text{SHARE},m} \times TFP_{\text{GROWTH},m,t}) \omega_i A' \left(\sum_{m=1}^M L_{i,m,t} \right)^\gamma, \quad (19)$$

ahol az A' és a γ regressziószámítással becstült paraméterek, valamint a modell illesztése érdekében az ω_i értékeket úgy kapjuk, hogy a loglineáris regresszió maradéktagjainak e -ad hatványát vesszük. A TFP_{SHARE} az adott területi egységen belül a szektorok közötti termelékenységi különbségeket jeleníti meg, a TFP_{GROWTH} pedig a sokkok nélküli, állandó termelékenységbeli növekedési ütemet jelenti.

A térbeli számszerűsített általános egyensúlyi modell statikus konstrukció, a dinamikus hatásokat kívülről kell kapnia. A beavatkozások eredményeként adódó tőke- és munkanövekedés országos értékeit a makroökonómiai modell számítja ki. A megnövekedett K és L értékek regionális szétosztásának mechanizmusát a *Függelék* közli.⁷

A teljes tényezőtermelékenységre ható beavatkozások eredményeként adódó regionális hatások a következőképpen követik egymást.

1. A rövid távú hatás abban a régióban, ahol a beavatkozás megtörtént, a következőképpen alakul. *Ceteris paribus*, a TFP növekedése az alacsonyabb egységköltség miatt, változatlan kereslet mellett, csökkentené az L és a K keresletét (helyettesítési hatás). A TFP -növekedés viszont árcsökkenést is lehetővé tesz, ami az egyensúlyi keresett mennyiséget megnöveli (outputhatás) és növeli az inputkeresletet 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 eredményeként munka- és tőkemigráció indul el a régió felé. A munkaerő-migráció (a regionális foglalkoztatás növekedése eredményeként) mind a pozitív, a teljes tényezőtermelékenységen keresztül érvényesülő (19) egyenletben, mind a negatív, a lakáspiacon keresztül érvényesülő és a (6) hasznossági függvényben megjelenő agglomerációs hatásokat erősíti. Ezek eredményeként a teljes tényezőtermelékenység további változásokon mehet keresztül, ami újra hatással lehet a hasznossági szintre és az ezt követő migrációs mozgásokra.

3. A folyamat végén a modell szektorszinten megmutatja a hozzáadott értékben, foglalkoztatottságban és bérekben várható hatásokat nemcsak abban a régióban, ahol a beavatkozás megtörtént, hanem az összes régióban.

Modellszimulációk – magyarországi növekedési pólusok

A továbbiakban egy rövid példával szemléltetjük a modell alkalmazásának egy lehetséges esetét, amely korántsem meríti ki a gyakorlati felhasználások teljes körét, ugyanakkor jól érzékelteti a szimulációkban rejlő lehetőségeket és korlátokat egyaránt. A beavatkozások hatásának vizsgálata a forgatókönyv-elemzés módszerén alapszik.

Ennek lényege, hogy az első lépésben le kell rögzíteni a modellnek egy olyan futtatását, amely még nem tartalmazza a beavatkozásokat, ezt nevezzük alapváltozatnak. Ehhez viszonyítva vizsgálhatunk olyan forgatókönyveket, amelyek a 2007–2013 közötti programozási ciklus EU-támogatásainak különböző területi elosztásait tartalmazzák. Ezek a forgatókönyvek az alapváltozathoz viszonyítva egymástól különböző regionális fejlődést, valamint makrogazdasági mutatókat jósolnak az elkövetkező évekre. Itt jegyeznénk meg, hogy sem az alapváltozat, sem a forgatókönyv nem alkalmas igazán önmagában az előrejelzésre, hiszen a „minden egyéb feltétel változatlan” feltételezéssel élve mindössze azt vizsgálják, hogy miként hatnának a beavatkozások. Vagyis nem a

⁷ A GMR három részmodelljének összehangolását Varga [2007] ismerteti részletesen.

mutatók abszolút értékei a lényegesek, hanem a relatív összehasonlítás (a forgatókönyv és az alapváltozat között) a fontos számunkra, mert ez mutatja meg a beavatkozások által a rendszert ért sokkok eredőjét, eltekintve az olyan sokkoktól, amelyek nem tartoznak a vizsgálatunk tárgyához.

A lehetséges forgatókönyvek egyik speciális esete, hogy a támogatásokat népességszám-arányosan osztjuk el, ezzel összehasonlítva vizsgálhatók a koncentráltabb területi elosztást tartalmazó forgatókönyvek. A szóban forgó „egyenletes elosztású forgatókönyv” eredményei önmagukban is érdekesek, ugyanakkor még inkább izgalmas, hogy mennyiben alakulna másképpen a jövő, ha a támogatásokat bizonyos régiókra koncentrálnánk. Számos egyenlőtlen elosztást ki lehet találni, a következőkben ismertetett példával nem állt szándékunkban semmilyen értékítéletet kifejezni, mindössze egy gondolat kísérletnek tekintjük. Fel szeretnénk hívni a figyelmet arra, hogy bármilyen más ötletnek, javaslatnak a területi elosztásra vonatkozóan ugyanúgy megvan a létjogosultsága, a modellünk csupán egy eszköz arra, hogy ezeknek a hatását szimulációs futtatások segítségével kipróbálhassuk.

A példánkban kiválasztottunk öt megyét (NUTS-kód sorrendjében: Győr-Moson-Sopron, Baranya, Borsod-Abaúj-Zemplén, Hajdú-Bihar, Csongrád), amelyeket növekedési ellenpólusként szerepeltetünk a központi régióval szemben.⁸ Az Országos Területfejlesztési Konceptió meg is nevezi a növekedési pólusokat. „Hosszú távon a cél, hogy az ország a főváros mellett rendelkezzen néhány komplex fejlesztési pólussal. Jelenleg a fejlesztések középtávú idődimenziójában az ország – lakosságárányosan is meghatározó – jelentős növekedési pólusai: Debrecen, Miskolc, Szeged, Pécs, Győr.”⁹ A fejlesztési társközpontokat és alközpontokat a forgatókönyvben nem vettük figyelembe annak érdekében, hogy a példánkban minél szélsőségesebben egyenlőtlen elosztást tudjunk generálni, ezáltal a hatások is markánsabban jelenjenek meg.

Az itt következő forgatókönyvekkel nem az volt a célunk, hogy összevessük a központi régiót az öt ellenpólussal. A fejlesztéspolitikai beavatkozások ilyen szempontok szerinti értékelése számos további módszertani problémát vetne fel, amelyek meghaladnák tanulmányunk kereteit. Ebben a példában ennél lényegesen egyszerűbb kérdést vetünk fel. Konkrétan azt vizsgálnánk a szimulációk segítségével, hogy az öt ellenpólus változatlan támogatástöbblete mellett miként csökken vagy erősödik a hatás annak függvényében, hogy a központi régió több vagy kevesebb támogatásban részesül. Vajon a központi régió-nak adott plusztámogatás gyengíti a fejlesztéspolitikai beavatkozásoknak az ellenpólusokban érezhető hatását olyan feltételek mellett, hogy a szóban forgó 5 megye változatlanul kiemelt támogatást kap? Ha igen, várhatóan milyen mértékben?

A forgatókönyvek megkülönböztetésére a következő jelölésrendszert alkalmaztuk. Rendre *P10*, *P20*, ..., *P50* jelöli azokat a forgatókönyveket, amelyekben az öt vidéki növekedési pólus az egyenletes elosztáshoz képest 10, 20, ..., 50 százalékkal több támogatásban részesül. Természetesen értelmezendő a *P0* forgatókönyv is, amelyben ezek a megyék (is) a lakosságszám arányában kapják a támogatást. Ha valakiknek többet adunk egy meghatározott összegből, akkor az csak úgy lehetséges, ha másoktól elveszünk. Ez nem azt jelenti, hogy a többiek ne kapnának támogatást, hanem csak azt, hogy népességük arányához képest kevesebbet. Az öt vidéki pólusnak adott minden pótlólagos +1,00 százalék esetén a többiektől (beleértve a központi régiót is) megközelítőleg 0,34 százalékot el kell vonni, amely elvonás a pólusok +50,00 százaléka esetén már 16,82 százalék elvonást jelent az összes többi 15 területi egység (megye) esetében, amennyiben a csökkentést egyenletesen terítjük.

⁸ Indoklásul egy idézet az NFÜ honlapjáról: „... a 2013-ig szóló középtávú országos területi célok között jelenik meg egyrészt a versenyképes budapesti metropolisztérség megerősítése, másrészt a régiókat dinamizáló fejlesztési pólusok megerősítése és a városhálózati kapcsolatrendszer fejlesztése” http://www.nfu.hu/polus_program_oszszefoglalo Letöltés időpontja: 2009-05-25.

⁹ Az Országos Területfejlesztési Konceptióról szóló 97/2005. (XII. 25.) OGY határozat.

A szimulációkban arra voltunk kíváncsiak, hogy mennyiben képes a szóban forgó öt megye a növekedési ellenpólus szerepét betölteni annak függvényében, hogy a központi régió (Budapest és Pest megye) az átlagoshoz képest több vagy kevesebb támogatásban részesül. Ennek érdekében a központi régióra jutó támogatási arányt a következők szerint változtattuk. Az említett lecsökkentett támogatási arányhoz képest (vissza)növeltük a központi régió támogatását +30, +60 és +90 százalékkal (*BPPE+30*, *BPPE+60*, *BPPE+90* forgatókönyvek), de most már csak a többi 13 megye rovására. Az összehasonlíthatóság miatt volt szükség erre a módszerre, hogy az öt növekedési ellenpólust érő sokkhatás változatlan maradjon. Ezt az értelmezési tartományt kiterjesztettük negatív irányban is (*BPPE-30*, *BPPE-60*), ami értelemszerűen azt jelenti, hogy Budapest és Pest megye az öt vidéki pólus miatt lecsökkentett támogatási arányhoz képest további 30, illetve 60 százalékos elvonást szenvednek el. Itt is értelmezhető a nulla forgatókönyv (*BPPE0*), amikor a központi régióra vonatkozó értékeket változatlanul hagytuk.

A kísérletek során arra kerestük a választ, hogy változatlan helyi sokkhatás mellett az öt ellenpólus növekedését miként befolyásolja a központi régióra vonatkozó támogatáskoncentráció. Az eredmények minden területi egység esetében rendelkezésre állnak, területi korlátok miatt Baranya megye esetét szemléltetjük.

Egyenletes elosztás esetén Baranya megye 2016. évi GDP-je 2,51 százalékkal magasabb a forgatókönyvben, mint az alapváltozatban. Az extrém eloszlásokat ehhez az „egyenletes forgatókönyvhöz” viszonyítottuk, és azt vizsgáltuk, hogy ehhez képest hány százalékponttal lesz magasabb vagy alacsonyabb a GDP 2016-ban.

A 2. ábrán a vastag folytonos vonallal rajzolt görbe (*P20*) azt jelenti, hogy hány százalékponttal lesz magasabb Baranya megye GDP-je 2016-ban, ha 20 százalékkal növeljük a támogatást (nem csak itt, hanem a másik négy ellenpólusnál egyaránt). A görbének a függőleges tengellyel való metszéspontja (a 0,73 értéknél) megmutatja, hogy hány százalékpontos ez a növekedés, ha a központi régió támogatásarányát változatlanul hagyjuk. Ugyanennek a görbének a vízszintes tengellyel való metszéspontja (a 30–60 intervallumon vett lineáris interpoláció alapján a 42,57 értéknél) megmutatja, hogy a központi régió támogatásarányának +42,57 százalékos növelése okozza azt, hogy a Baranya megye +20 százalékos támogatásának hatását eliminálja, vagyis hogy ebben az esetben pontosan ugyanakkora lesz a növekedés Baranyában, mintha minden területi egység az egyenletes elosztást kapta volna.

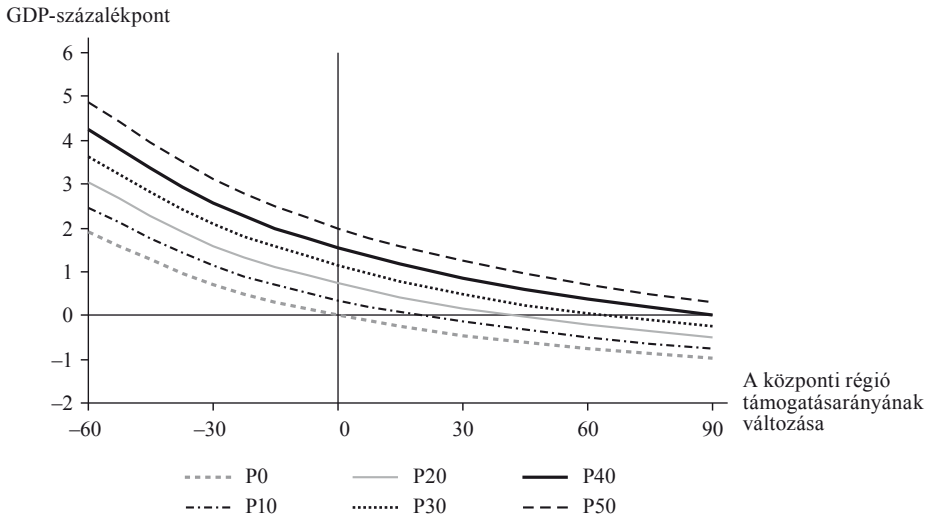
A modell felépítéséből kiindulva, ehelyütt részletesebb indoklás nélkül, magyarázatként szolgálhat, hogy a központi régió támogatásának növelése egy olyan elszívó hatást generál, amely egyrészt elvonja a termelési tényezők növekedésének feltételeit az ellenpólusból. Olyan folyamatok lépnek fel, amelyek az indukált beruházásokat elszívják, továbbá beindul a munkaerő migrációja (és ingázása) is. Másrészt a teljes tényezőtermelékenység hatása és a pozitív lokális agglomerációs externáliák következtében a központi régió termelékenysége és ennek következtében versenyképessége olyan mértékben javul, hogy kiszorítja az ellenpólusok vállalatait nemcsak a központi régió és Baranya megye, hanem az ország összes többi megyéjének piacairól is a régiók közötti kereskedelem miatt.

A következőkben bemutatjuk mind az öt ellenpólusra és kiegészítésként az országos GDP-re is a *P20* forgatókönyv által generált görbéket, vagyis a 20 százalékos támogatás-növekedés hatását a szóban forgó öt megyében és országosan, annak függvényében, hogy a központi régió támogatásarányát a leírtak alapján változtatjuk.

A vizsgálatba bevont öt megye görbét összehasonlítva megállapítható, hogy az eliminációs pont mind az öt esetben lényegében egybeesik, vagyis minden ellenpólusnál körülbelül 42-43 százaléknál következik be az, hogy a nekik adott +20 százalékos hatását a központi régióra koncentrált pótlólagos beavatkozások eliminálják. A görbék eltérő me-

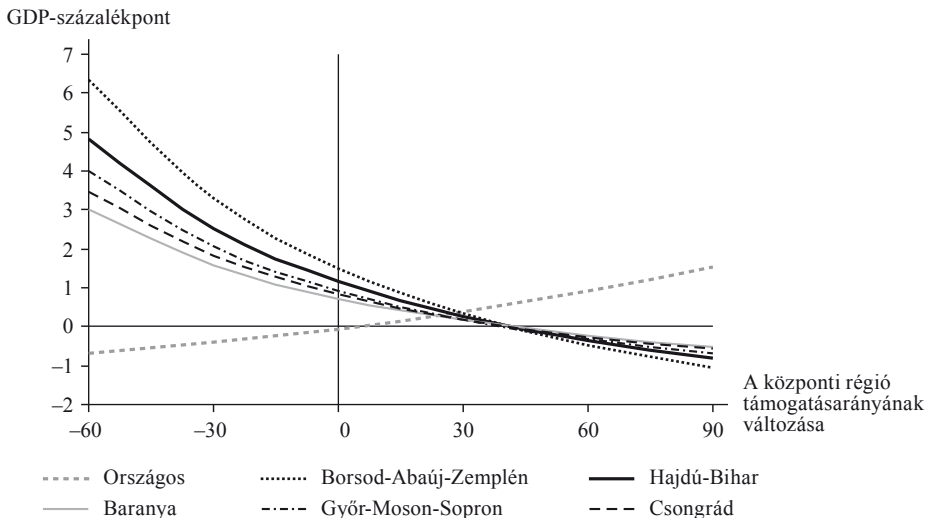
2. ábra

Baranya megye 2016. évi GDP-jének százalékpontos változása a támogatásarányok függvényében



3. ábra

Az öt ellenpólus és az országos GDP 2016. évi százalékpontos változása a központi régió támogatásarányának függvényében, az ellenpólusok +20-os támogatásaránya esetén



redeksége egyrészt a különböző erősségű agglomerációs hatások következménye, másrészt nem elhanyagolható az eltérő szállítási költségekből adódó versenyképességi hatás sem. Megjegyezzük, hogy ezekben a szimulációkban a *szállítási költség mátrixnak* azt a verzióját alkalmaztuk, amely még nem tartalmazza az M6-os autópályát. Ha ennek megépülése a szállítási költségeket lényegesen csökkenti, ez Baranya megye helyzetén javíthat,

vagyis a görbe feltehetően meredekebb lenne. A nemzetközi szakirodalomban gyakran találhatunk példát a számszerűsített általános egyensúlyi (SCGE) modellek alkalmazására a közlekedési infrastruktúrába való beruházások hatásvizsgálatára, és ez a mi modellünkkel is elvégezhető, csekély átalakítások után.

Összegzőképpen a szimulációs lehetőségekről elmondható, hogy korántsem merítettük ki a számszerűsített általános egyensúlyi modellek alkalmazhatóságában rejlő távlatokat. Ezzel a Magyarországon újszerű módszerrel számos esettanulmány, lehetőség kipróbálása végezhető el, az elképzelhető ötletek száma gyakorlatilag végtelen. Fél évtizede talán jogosnak tűnhetett a következő panasz: „A hazai regionális tudomány nem büszkélkedhet átfogó modellekkel, vagy újdonságnak ható módszerek kidolgozásával a regionális növekedést illetően. (...) Az elemzések megmaradtak a verbális leírásoknál, nem léptek ki sem az elméleti modellek szintjére, (...) és nem jutottak el a folyamatok matematikai absztrakcióba foglalt leírásához sem.” (*Rechnitzer–Lados* [2004].) Véleményünk szerint a fejlesztéspolitikai döntések előkészítése során lényeges szempont, hogy ne csak „verbális” vagy „elemi matematikai-statisztikai” modellekkel vizsgáljuk meg a lehetséges hatásokat, hanem kipróbáljunk olyan komplexebb módszereket is, amelyek a modern közgazdaságtudomány legújabb eredményein alapulnak.

*

Tanulmányunk a GMR-Magyarország modellrendszernek a térbeli számszerűsített általános egyensúlyi (SCGE) modelljét mutatta be. Az írás során igyekeztünk a nem specialisták számára is hozzáférhetően megmutatni, miként illeszkedik az új gazdaságföldrajz hagyományait követő SCGE-elemzés a CGE hagyományaihoz. Az itt közölt szimulációs példa révén az olvasó pedig bepillantást nyerhetett abba a folyamatosan fejlődő makroszintű regionális fejlesztési tervezést segítő eszköztárba, amelyet az új gazdaságföldrajz szemlélete hívott életre. A cikkkel a szerzők a maguk szerény módján ezúton kívánták kifejezni nagyrabecsülésüket Paul Krugmannak, a 2008-as év közgazdasági Nobel-díjasának.

Hivatkozások

- ÁCS J. ZOLTÁN–VARGA ATTILA [2000]: Térbeliség, endogén növekedés és innováció. *Tér és Társadalom*, 4. sz. 23–39. o.
- BALDWIN, R.–FORSLID, R.–MARTIN P.–OTTAVIANO G.–ROBERT-NICOUD, F. [2003]: *Economic Geography and Public Policy*. Princeton University Press, Princeton.
- BRÖCKER, J. [1998]: Operational spatial computable general equilibrium modeling. *Annals of Regional Science*, 32. 367–387. o.
- DONAGHY, K. [2009]: CGE Modeling in space. Megjelent: *Capello, R.–Nijkamp, P.* (szerk.): *Handbook of Regional Growth and Development Theories*. Edward Elgar Publishers, Cheltenham, 389–422. o.
- FUJITA, M.–KRUGMAN, P.–VENABLES, A. [1999]: *The Spatial Economy*. MIT Press, Cambridge MA, London.
- FUJITA, M.–THISSE, J. [2002]: *Economics of Agglomeration. Cities, Industrial Location, and Regional Growth*. Cambridge University Press, Cambridge, MA, London.
- HOOSE, N. [1999]: *Opening up the Black Box: Scrutinization of the Internal Structure of Computable General Equilibrium Models*. Ph.D. Dissertation, Graduate School of Economics, Osaka University.
- KOIKE, A.–THISSEN, M. [2004]: *Dynamic SCGE Model with Agglomeration Economy (RAEM-Light)*. Kézirat.
- KRUGMAN, P. [1991] Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 99. 483–499. o.

- KRUGMAN, P. [2000] A földrajz szerepe a fejlődésben. Fordította: Grosz András. Tér és Társadalom, 4. sz. 1–21. o.
- KRUGMAN, P. [2003/1991]: Földrajz és kereskedelem. Fordította: Szabó Judit. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- LOFGREN, H.–HARRIS, R. L.–ROBINSON, S. [2002]: Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS. International Food Policy Research Institute, <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/mc5.pdf>.
- OOSTERHAVEN J.–KNAAP T.–RUGROK, C.–TAVASSZY, L. [2001]: On the development of RAEM: The Dutch Spatial General Equilibrium Model and Its First Application to a New Railway Link. Paper presented at the 41th Congress of the European Regional Science Association, augusztus 29. Zágráb.
- RECHNITZER JÁNOS–LADOS MIHÁLY [2004]: A területi stratégiáktól a monitoringig. Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs.
- RÉVÉSZ TAMÁS–ZALAI ERNŐ [2000]: A magyar gazdaságstatisztikai adatforrások és az alkalmazott egyensúlyelméleti modellezés. Statisztikai Szemle, 78. 97–117. o.
- RUTHERFORD, T. F. [1999]: Applied General Equilibrium Modeling with MPSGE as a GAMS Subsystem: An Overview of the Modeling Framework and Syntax. Computational Economics, 14. 1–46. o.
- SCHALK, H.–VARGA ATTILA [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.
- SHOVEN, J. B.–WHALLEY, J. L. [1992]: Applying General Equilibrium. Cambridge University Press, Cambridge.
- THISSEN, M. [2003]: RAEM 2.0. A Regional Applied General Equilibrium Model for the Netherlands. TNO Working Papers, 19 o.
- VARGA ATTILA [2007]: GMR-Hungary: A Complex Macro-Regional Model for the Analysis of Development Policy Impacts on the Hungarian Economy. Hungarian National Development Agency, Budapest, http://www.krti.ktk.pte.hu/files/tiny_mce/File/MT/mt_2007_4.pdf.
- VARGA ATTILA [2008]: From the Geography of Innovation to Development Policy Analysis: The GMR-approach. Annales d'Economie et de Statistique, No. 87–88. 83–102. o.
- VARGA ATTILA [2009]: Térszerkezet és gazdasági növekedés. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- VARIAN, H. R. [2001]: Mikroökonómia középfokon. Egy modern megközelítés, KJK–Kerszöv, Budapest.
- VENABLES, A. J.–GASIOREK, M. [1999]: The Socio-Economic Impact of Projects Financed by the Cohesion Fund: A Modeling Approach. European Commission, Luxembourg.
- WING, S. [2004]: Computable General Equilibrium Models and their Use in Economy-Wide Policy Analysis. MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change. MIT, Cambridge.
- ZALAI ERNŐ [1998]: Általános egyensúlyi modellek alkalmazása gazdaságpolitikai elemzésekre. Közgazdasági Szemle, 12. sz. 1065–1081. o.
- ZALAI ERNŐ [2000]: Matematikai közgazdaságtan. KJK–Kerszöv, Budapest.

Függelék

I. AZ IDŐBELI K ÉS L VÁLTOZÁSOK SZÉTOSSZTÁSA A BEAVATKOZÁS MÉRTÉKÉTŐL FÜGGŐEN. Az egyenleteket a munkaerő-állomány változása esetére ismertetjük, a nettó beruházások esetében, vagyis a tőkeállomány-változásra hasonlóak az egyenletek, annyi különbséggel, hogy az L helyébe mindenhol K -t kell helyettesíteni.

Definiáljuk az országos rugalmassági tényezőt a munkaerő és a teljes tényezőtermelékenység (TFP) összefüggésében:

$$E_{t+1/t} = \frac{\Delta L}{L} : \frac{\Delta TFP}{TFP}, \quad (F1)$$

amely rugalmassági tényező megmutatja, hogy országos szinten a TFP évi 1 százalékos növekedése a munkaerő-állomány $E_{t+1/t}$ százalékos éves növekedését váltja ki. A $t + 1$ és a t az időperiódusokat jelölik.

Ekkor az alapváltozatban az időbeli munkaerő-, illetve beruházásnövekmény szétosztása a régiók között az (F2a) szerint történik, az i index a régiót, a t index az időperiódust jelöli:

$$\frac{\Delta L_i}{L_i} = E_{t+1/t} \frac{\Delta TFP_i}{TFP_i}, \quad (F2a)$$

amelyből:

$$\frac{L_{i,t+1}}{L_{i,t}} = 1 + E_{t+1/t} \frac{TFP_{i,t+1} - TFP_{i,t}}{TFP_{i,t}}. \quad (F2b)$$

Ez a szétosztás figyelembe veszi azt is, hogy a teljes tényezőtermelékenység területileg és időben egyaránt különböző növekedései eltérő módon hatnak a megyékre, vagyis ahol nagyobb a beavatkozás mértéke, ott nagyobb arányban, azaz nagyobb százalékban fog növekedni a munkaerő.

II. A FORGATÓKÖNYV ESETÉBEN AZ ALAPVÁLTOZATHOZ VISZONYÍTOTT NÖVEKMÉNY SZÉTOSZTÁSA A BEAVATKOZÁS MÉRTÉKÉTŐL FÜGGŐEN. A forgatókönyv esetében a makroszintű változást az alapváltozathoz viszonyítjuk, és ezeket a növekményeket osztjuk szét a régiókra a teljes tényezőtermelékenység változásában mérhető beavatkozás arányában, a rugalmassági tényező szerint (az F index a forgatókönyvet, a A pedig az alapváltozatot jelöli):

$$E_{F/A} = \frac{\Delta L}{L} : \frac{\Delta TFP}{TFP}. \quad (F3)$$

Az I. módszerhez hasonlóan járunk el, ellenben itt a változás definícióján nem az időbeliséget, hanem a forgatókönyv és az alapváltozat különbségét értjük:

$$\frac{\Delta L_i}{L_i} = E_{F/A} \frac{\Delta TFP_i}{TFP_i}, \quad (F4a)$$

amelyből:

$$\frac{L_{i,F}}{L_{i,A}} = 1 + E_{F/A} \frac{TFP_{i,F} - TFP_{i,A}}{TFP_{i,A}}. \quad (F4b)$$

Az SCGE modell bemeneti részénél nincsen külön TFP_i és ΔTFP_i adatunk, hanem összevontan a $\Delta TFP_i/TFP_i$ hányadosokról rendelkezünk információval, amelyeket a továbbiakban v_i -vel jelölünk, és a beavatkozások mérőszámainak tekintünk.¹⁰ A teljes tényezőtermelékenység átlagos (országos) növekedése, vagyis a $\Delta TFP/TFP$ hányados számított érték, amelyet a $\Delta TFP_i/TFP_i$ hányadosok súlyozott átlagaként állítunk elő. Az (F1) és az (F3) egyenletekhez az L_i -ket használjuk súlyokként az (F5) szerint:

$$\frac{\Delta TFP}{TFP} = \bar{v} = \frac{\sum_i L_i v_i}{\sum_i L_i}. \quad (F5)$$

¹⁰ Azt az esetet, hogy nincsen beavatkozás, nem a $v_i = 0$ értékek jellemzik, hanem valamilyen $v_i > 0$ inputadat, ugyanakkor igaz, hogy $v_i = v_j$ bármely i, j -re. Azaz feltételezzük, hogy van a teljes tényezőtermelékenységnek egy minden régióban egyenlő „természetes” növekedési rátája, amely a beavatkozás nélkül is létrejön.