

Közgazdasági- és Regionális Tudományok Intézete
Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar

MŰHELYTANULMÁNYOK

**REGIONÁLIS FEJLESZTÉSPOLITIKAI HATÁSELEMZÉS
TÉRBELI SZÁMÍTHATÓ ÁLTALÁNOS EGYENSÚLYI
MODELLEL: A GMR-MAGYARORSZÁG SCGE MODELLJE**

Járosi Péter - Atsushi Koike - Mark Thissen - Varga Attila

2009/4

2009. november

Szerkesztőbizottság:

Barancsik János

Buday-Sántha Attila

Szabó Zoltán

Varga Attila (elnök)

**Regionális fejlesztéspolitikai hatáselemzés térbeli számítható
általános egyensúlyi modellel:
a Gmr-Magyarország SCGE modellje**

Járosi Péter

Közgazdasági és Regionális Tudományok Intézete
Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar
Pécs, Rákóczi 80, H-7622, Hungary
Tel: (36) 72- 501-599/3151
E-mail: jarosip@ktk.pte.hu

Web: [http:// www.krti.ktk.pte.hu/index.php?p=contents&cid=19](http://www.krti.ktk.pte.hu/index.php?p=contents&cid=19)

Atsushi Koike

Tottori Egyetem
Tottori, Japán

E-mail: koike@sse.tottori-u.ac.jp

Mark Thissen

Holland Környezetvédelmi Ügynökség
Hága, Hollandia és
Utrechti Egyetem
Utrecht, Hollandia

E-mail: thissen@rpb.nl

Varga Attila*

Közgazdasági és Regionális Tudományok Intézete
Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar
Pécs, Rákóczi 80, H-7622, Hungary
Tel: (36) 72- 501-599/3149
E-mail: vargaa@ktk.pte.hu

Web: [http:// www.krti.ktk.pte.hu/index.php?p=contents&cid=29](http://www.krti.ktk.pte.hu/index.php?p=contents&cid=29)

Kulcsszavak: számítható általános egyensúlyi modellek, SCGE modellezés, új gazdaságföldrajz, GMR-Magyarország

JEL: C68, D58, R13, R38, R58

Absztrakt

A térbeli számítható általános egyensúlyi (SCGE) modellek az új gazdaságföldrajz (ÚGF) „empirikus megfelelői”. Szemléleti-módszertani gyökereiket tehát az új gazdaságföldrajzi és a számítható általános egyensúlyi (CGE) modellekben találjuk meg. Tanulmányunkban a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség részére az Új Magyarország Fejlesztési Terv hatáselemzésére kidolgozott GMR-Magyarország modell-rendszerbe épített SCGE modellt ismertetjük, valamint egy szimulációval illusztráljuk a modell használatát.

*Kapcsolattartó szerző. e-mail: vargaa@ktk.pte.hu

Regionális fejlesztéspolitikai hatáselemzés térbeli számítható általános egyensúlyi modellel: A GMR-Magyarország SCGE modellje

A számítható földrajzi egyensúlyi modellezés jelentős lépés lenne afelé, hogy az elméleti gazdaságföldrajz előrejelző tudománnyá váljon, amely képes hipotetikus sokkok – például kormányzati beavatkozások – gazdasági térszerkezetre gyakorolt hatásainak értékelésére.

Fujita, Krugman, Venables (1999), 348. o.

1. Bevezetés

A térbeli számítható általános egyensúlyi (SCGE) modellek – 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 Paul Krugman által megalapított „új” gazdaságföldrajz leginkább abban különbözik a „hagyományos” gazdaságföldrajztól, hogy ez utóbbi induktív, formalizált modelleket nem kedvelő szemléletét a neoklasszikus közgazdaságtant jellemző deduktív közelítésmóddal cseréli fel a térproblémák vizsgálata során. Módszertanában tehát az új gazdaságföldrajz a regionális közgazdaságtannal mutat közös vonásokat. Krugman az 1991-es *Journal of Political Economy* cikkében kifejtett centrum-periféria modellben (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 állapotok immár a földrajzi koncentrációk kialakulását segítő centripetális (növekvő hozadék, pozitív agglomerációs hatások) és centrifugális (szállítási költség) erők hatásait is hordozzák. Az ÚGF 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 szerkezeteiig terjednek (Fujita, Thisse, 2002, Baldwin és Szerzőtársai, 2003).

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 vezetik le a beavatkozások várható eredményeit. Az ÁE egyensúlyi kritériumai (a kereslet-kínálat megegyezése az output és az input piacokon, az árak megfelelése az input költségek összegének valamint a tényező jövedelmek 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 hatásai a beavatkozás nélküli egyensúlyi állapotnak és a beavatkozás után kialakuló egyensúlyi állapotnak az összevetése révén számítható ki. A modellek empirikus bázisát a Társadalmi Elszámolások Mátixa (SAM) képezi.

CGE modellezéssel nem foglalkozó közgazdászok nem ritkán tekintik e modelleket „fekete doboznak” és ebből következőleg nem ritka e modellekkal szembeni szkepszis sem. 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 CGE modellezés módszertanával foglalkozó munkák (Showen, Whalley, 1992, Rutherford, 1995), azok magas szintű matematikai ismeretigénye miatt, kevésbé megközelíthetőek a szélesebb közgazdász közönség számára. Meglehetősen ritkán találkozhatunk az irodalomban olyan tanulmányokkal, melyek felvállalják e „fekete doboz” tartalmának a nem specialisták számára történő megismertetését (Hoose, 1999, Lofgren, Harris, Robinson, 2002, Wing, 2004).

A regionális gazdasági elemzések során a CGE modellek több területen kerültek felhasználásra. Az alkalmazások az interregionális szállításban beálló változások modellezésétől a környezetvédelmi hatástanulmányokig terjednek (Donaghy, 2009). Az ÚGF alapjain felépülő 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 (1999) modellje, mely az EU Strukturális Alapok hatását vizsgálja, valamint a RAEM (Oosterhaven és Szerzőtársai, 2001, Thissen, 2003) tartoznak az irodalomban leggyakrabban hivatkozott modellek közé.

Tanulmányunkban a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség részére az Új Magyarország Fejlesztési Terv hatáselemzésére kidolgozott GMR-Magyarország (Varga 2007)

modell-rendszerbe épített SCGE modellt ismertetjük¹. A GMR („Geographic Macro and Regional model”) a fejlesztéspolitikai beavatkozások regionális- és makroökonómiai hatásainak integrált vizsgálatára felépített modell-rendszer. A GMR-Magyarország makroökonómiai modelljét Schalk és Varga (2004), regionális TFP (Teljes Tényező Termelékenység) modelljét pedig Varga (2008) részletezi. Az SCGE modell a RAEM-Light modell (Koike, Thissen 2004) bázisán, annak továbbfejlesztése és GMR-környezetbe történő integrálása révén került kidolgozásra.

A következő fejezet a CGE modellezés alapelveibe nyújt bevezetést. A harmadik fejezet a GMR SCGE modellje szerkezetét mutatja be, míg az azt követő a modell fejlesztéspolitikai elemzésben való alkalmazására nyújt példát. A tanulmányt összegzés zárja és függelék egészíti ki.

2. Számítható általános egyensúlyi modellezés

Képszerűen talán úgy lehetne a legjobban megvilágítani a számítható általános egyensúlyi modellezés alapgondolatát, hogy e modellek „ráfeszítenek” egy egyensúlyban levő gazdasági struktúrát a statisztikailag megfigyelt adatokra (GDP, foglalkoztatás, bérek stb.). A helyesen parametrizált modellek megoldásként a megfigyelt adatokat fogják alaphelyzetben reprodukálni. A gazdaságpolitikai beavatkozásokat reprezentáló szimulációk során pedig az adatokra ráillesztett modellstruktúra „dolgozik” tovább, immár a beavatkozások révén megváltozott feltételekkel (megnövekedett infrastrukturális beruházások, megváltozott adókulcsok stb.) mindaddig, amíg a rendszer rá nem talál az új egyensúlyra. A CGE modellstruktúrát többek között a választott (termelési, hasznossági és egyéb) függvényformák, a szereplők viselkedésére (hasznosság maximalizálás, költségminimalizálás, stb.) és a piaci szerkezetekre vonatkozó feltételezések, illetve a modell iparági aggregáltsági szintje határozza meg. Az analízis során az egyensúlyban levő modell endogén változóinak (GDP, foglalkoztatás, bérek stb.) beavatkozás előtti és utáni értékei kerülnek összehasonlításra. A CGE modellezés előnye (szemben például az ökonometriai 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 végtermék piacokon; 2) a kereslet és kínálat egyezősége az elsődleges (munka, tőke, föld) input piacokon; 3) bármely termék értékének és az előállításához szükséges inputok értékei összegének a

¹ A CGE modellezés viszonylag kevésbé elterjedt a hazai hatáselemző gyakorlatban. A Révész és Zalai (2000) által kifejlesztett HUMUS modellcsalád szolgál példaként ebben a tekintetben.

megegyezése (nulla profit kondíció); 4) a végtermékek összesített értékének és az elsődleges inputok összesített jövedelmeinek az 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.

	Iparág 1	.	.	Iparág N		Használat 1	.	.	Használat F	
Iparág 1										Y_1
.										.
.		Közbeeső javak				Végső felhasználás				.
Iparág N										Y_N
Input 1										T_1
.		Elsődleges inputok								.
Input J										T_K
	Y_1	.	.	Y_N		V_1	.	.	V_F	

1. ábra: Egy stilizált Társadalmi Elszámolási Mátrix (SAM)

Az elméleti modellt a Társadalmi Elszámolások Mátrixa (SAM) köti a megfigyelt adatokhoz. Az 1. ábra egy stilizált SAM-et ábrázol 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 bármely mátrix elem az oszlopnak megfelelő iparág vásárlásainak az 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.

A CGE modellépítés során a SAM mérlegösszefüggései a walrasi egyensúly négy feltételével kerülnek megfeleltetésre. Bármely, a közbeeső javak és a végső felhasználást szolgáló javak mátrixain végighúzó sor összege az illető iparág összes keresletét jelenti, mely 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 előállításán felmerült költségek nagysága) megegyezik az iparági termelés értékével, Y_j -vel, vagyis nem keletkezik gazdasági profit (a 3. walrasi egyensúlyi kritérium). Végül egy SAM-

ben az elsődleges inputok mátrixelemeinek az összege megegyezik a végső felhasználás mátrixelemeinek az összegével (a 4. walrasi egyensúlyi kritérium).

A SAM egyrészt a modell paramétereinek kalibrálása során ad alapinformációkat (például a Cobb-Douglas termelési függvénynél iparáganként a termelési tényezők paraméterei meg fognak egyezni ezen tényezők jövedelmeinek az iparági teljes hozzáadott értékből való részesedési arányaival, mely értékek a SAM-ből kiszámíthatóak). A SAM további felhasználása akkor történik, amikor a termelési és hasznossági függvények, a termelők és a fogyasztók viselkedéseire vonatkozó feltevések, együtt a piaci szerkezetekre vonatkozó feltételezésekkel alapul szolgálnak ahhoz is, hogy kiszámolódjanak azok a termék és tényező ár kombinációk, amelyek mellett a négy walrasi egyenlőség teljesül. A modell az így meghatározott egyensúlyi állapotban a SAM mátrix elemeit reprodukálja.

A modell SAM-ből nem kinyerhető paramétereinek kalibrálásához ökonometriai, vagy (más modellekben, elemzésekben alkalmazott és hasonló funkciót betöltő paraméterek alapján) szakértői becslések használatosak a gyakorlatban, illetve a paraméterekben történő olyan szisztematikus változtatások kerülnek alkalmazásra, melyek egy iterációs folyamat során elvezetnek azon paraméter értékekhez, melyeknél a modell egyensúlyi helyzetben a SAM mátrixot reprodukálja. A CGE modelleket képező többismeretlenes, nemlineáris egyenletrendszerek megoldására, illetve a paraméterek kalibrálására több numerikus módszer létezik (Shoven, Whalley 1992), illetve több szoftver van forgalomban (GAMS, MATLAB), melyek beépített megoldó programokkal rendelkeznek.

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. Ez praktikusán azt jelenti, hogy az 1. ábrában a közbeeső javak és a végső felhasználások mátrixai kiterjednek jobb oldali irányban az interregionális keresletek számításba vétele érdekében, a termelési inputok és a közbeeső javak mátrixai pedig megnyúlnak lefelé, hogy az interregionális input keresletek is figyelembe vehetőek legyenek. Az egy területi egységre felépített CGE modellek további kiterjesztését az jelenti, hogy a modellekbe beépülnek a (pozitív és negatív) agglomerációs hatások, melyek az elsődleges inputok (munka, tőke) migrációját is befolyásolják. Az eddig kifejtett elvek alkalmazását a GMR SCGE modelljének bemutatása során illusztráljuk a következő fejezetben.

3. A GMR-Magyarország SCGE modellje

3.1. Modell-jellemzők, 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.

Modell-jellemzők:

- a. A modell 20 magyarországi régiót tartalmaz (megyék és Budapest).
- b. A modell 4 szektort 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.
- e. A gazdasági szereplők viselkedése: haszonmaximalizálás (háztartások), költségminimalizálás (vállalatok).
- f. A szállítási költségek a samuelsoni „jéghegy elv” 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 tulajdonát képezi.
- h. A háztartások száma rögzített rövidtávon.
- i. A lakások száma rögzített a modellben.
- j. A pozitív agglomerációs hatásokat a regionális TFP értékek, a negatív agglomerációs hatásokat pedig az egy főre jutó lakásterület nagysága közelítik.

A modell megkülönböztet rövid- és hosszútávú egyensúlyt. A rövidtávú egyensúly állapotában minden régió külön-külön egyensúlyban van, viszont a régiók között különbségek vannak a hasznossági szintekben. A munka (és az azt követő tőke) migráció ezen 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 modell bemeneti adatai a KSH-tól származó, 2006-ra vonatkozó regionális információk: beruházás, foglalkoztatás, hozzáadott érték, lakások száma. Az érték adatokat 1995-ös árakra konvertáltuk a GMR modell-konzisztencia érdekében. A regionális-szektorális tőkeállományt a „perpetual inventory” módszerrel 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 kiindulásként².

3.2. Rövid távú egyensúly

Az egyenletekben az i , m és t indexek rendre a területi egységet, a szektort és az időperiódust jelölik. A modellben $I = 20$ db régió és $M = 4$ db 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.

3.2.1. A tényező keresleti 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 mint rugalmassági és A mint TFP paraméterek mellett.

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

Költségminimalizálás esetén a tényezőkeresleti függvények a következő formájúak³:

$$(2) (3) \quad L_{i,m} = \frac{\alpha_{i,m} VA_{i,m}}{w_{i,m}} \quad \text{és} \quad K_{i,m} = \frac{(1-\alpha_{i,m})VA_{i,m}}{r_{i,m}}$$

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

$$(4) \quad VA_{i,m} = Y_{i,m} q_{i,m}$$

A $q_{i,m}$ egyensúlyi, szállítási költség nélküli (F.O.B.) árak az alábbi képlet szerint határozódnak meg:

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

² Az adatok és forrásaik részletes leírását Varga (2007) nyújtja.

³ Lásd például Varian (1992) vagy későbbi kiadás.

3.2.2. A termék keresleti függvények

Homogén preferenciákkal rendelkező háztartásokat, (egyéneket) feltételezve, az 1 főre eső fogyasztások, és az egységnyi munkaerőre jutó lakásállomány alapján az adott területi egységben a hasznossági függvény:

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

ahol N_i az i területi egység népessége (fő), H_i pedig ugyanitt a lakásállomány⁴.

A háztartások haszonmaximalizálása az alábbi (egyéni) költségvetési korlát figyelembevételével történik:

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

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

Ennek megfelelően az aggregált keresleti függvény:

$$(8) \quad X_{j,m0} = \frac{\beta_{m0}}{\sum_{m=1}^M \beta_{m1}} \left\{ \frac{N_j}{\sum_{i=1}^I N_{i1}} \left[\sum_{i=2=1}^I \sum_{m=2=1}^M (1 - \alpha_{i2,m2}) VA_{i2,m2} \right] + \sum_{m=3=1}^M \alpha_{j,m3} VA_{j,m3} \right\} \pi_{j,m0}$$

⁴ Az α'_h a Cobb-Douglas hasznossági függvényben a „housing” rugalmassági paramétere:

$$1 - \alpha'_h = \sum_{m=1}^M \beta_m.$$

3.2.3. Az általános egyensúlyt leíró egyenletek és a rövid távú modell megoldása

3.2.3.1. Egyensúly a végtermék piacokon

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 szektor termékei iránti kereslet csak az adott régió belüli outputból nyerhetne kielégítést. Ha azonban a j régióba az $i=1..I$ 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 (az s függvény alakjáról a későbbiekben lesz szó), jelölje ezeket a súlyokat $s_{ij,m}$. Ez az arány azt jelenti, hogy az i régió hány százalékban részesedik a j régióban értékesített m szektorbeli áruk összes mennyiségéből.

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

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

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

A továbbiakban azt szükséges megvizsgálni, hogy az i régió m szektora iránt milyen aggregált kereslet képződik az interregionális kereskedelem alapján. Az i régió az összes többi $j=1..I$ régióban értékesítheti az m szektorában előállított javakat. A j régióban történő összes értékesítésből mennyiségileg $s_{ij,m}$ arányban részesedik, ennek megfelelően az i régió által a j 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 régió összes bevétele az m szektorban egyenlő a regionális-szektorális hozzáadott értékkel:

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

Az interregionális kereskedelmet meghatározó s keresleti függvényt konstans helyettesítési rugalmasságúnak tételeztük fel (CES).

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

ahol az árindex:

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

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

3.2.3.2. Egyensúly az inputpiacokon

Az inputpiacok egyensúlykeresése révén történik a modell általános egyensúlyra való megoldása. A newton-érintő módszer révén 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 lesz, vagyis a keresett mennyiségek megegyeznek a (rövidtávon rögzített) kínált mennyiségekkel (a 2. walrasi egyensúly kritérium teljesülése).

3.2.3.3. A további egyensúlyok

Az inputpiacok egyensúlya esetén a végtermék piacok 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 végtermék kínálatot kapunk eredményül (a levelezetést itt nem részletezzük), mint amilyen végtermék keresletből kiindultunk. (az 1. walrasi egyensúly kritérium teljesülése). A (2) és (3) egyenletek (13) és (14) egyenletekké alakítása után könnyen belátható az is, hogy az egyensúlyi w-k és r-ek mellett érvényesül a szektorális-regionális jövedelmek összegének és a hozzáadott értéknek az egyenlősége (3. walrasi egyensúly kritérium).

$$(13) (14) \quad \alpha_{i,m} VA_{i,m} = w_{i,m} L_{i,m} \quad \text{és} \quad (1 - \alpha_{i,m}) VA_{i,m} = r_{i,m} K_{i,m}$$

Amennyiben (11), (13) és (14) 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).

3.3. Hosszú távú egyensúly

A rövid távú (regionális) egyensúlyok nem feltétlenül jelentik azt, hogy az egész gazdaság egyensúlyban van. A régiók közötti hasznosság-különbségek munka migrációt indukálnak, melyet a tőke interregionális mozgása követ.

A munkaerő vándorlását egyik régióból a másik régióba tehát a hasznosságbeli különbségek vezérlik, mégpedig az alábbi migrációs egyenlet szerint:

$$(15) \quad \mathbf{L}_{i,t+1} = \left(\mathbf{L}_{i,t} - \phi \frac{\sum_{i=1}^I \mathbf{L}_{i,t}}{I} + \frac{e^{\theta(u_{i,t}+c_i)}}{\sum_{i=1}^I e^{\theta(u_{i,t}+c_i)}} \phi \sum_{i=1}^I \mathbf{L}_{i,t} \right) G_{t,t+1},$$

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

$$(16) \quad \mathbf{L}_{i,t} = \sum_{m=1}^M L_{i,m,t}$$

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 zérusösszegű migráció okozhatja.

$$(17) \quad G_{t,t+1} = \frac{\sum_{i=1}^I \mathbf{L}_{i,t+1}}{\sum_{i=1}^I \mathbf{L}_{i,t}}$$

A Φ és a θ az áramlás sebességét, ill. 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.

3.4. A fejlesztéspolitikai beavatkozások hatásmechanizmusa

A GMR modell a regionális fejlesztéspolitikai beavatkozásokat három osztályba sorolja: infrastruktúra-fejlesztés, oktatás- és K+F támogatások. Az egyes instrumentumok várható termelékenységi hatását a TFP-modell becsli. A beavatkozás eredményeként megváltozott TFP értékeket a következő egyenlet csatornázza az SCGE modellbe:

$$(18) \quad A_{i,m,t} = TFP\text{SHARE}_{i,m} (1 + TFP\text{GROWTH})^t \cdot \left(1 + TFP\text{SHARE}_{i,m} \cdot TFP\text{SHOCK}_{i,m,t}\right) \omega_i A' \left(\sum_{m=1}^M L_{i,m,t}\right)^\gamma$$

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

Az SCGE modell statikus konstrukció, a dinamikus hatásokat kívülről kell kapnia. A beavatkozások eredményeként adódó tőke és munka növekedés országos értékeit a makroökonomiai modell számítja ki. A megnövekedett K és L értékek regionális szétosztásának mechanizmusát az Függelék közli⁵.

A TFP 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 növekedés 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 (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 eredményeként munka és tőke migráció indul el a régió irányába. A munka migrációja (a regionális foglalkoztatás növekedése eredményeként) mind a pozitív, a TFP-n keresztül érvényesülő (18-as egyenlet), mind a negatív, a lakáspiacon keresztül érvényesülő és a hasznossági függvényben megjelenő (lásd a 6-os egyenletet) agglomerációs hatásokat erősíti. Ezek eredményeként a TFP további változásokon mehet keresztül, ami újra hatással lehet a hasznossági szintre és az ezt követő migrációs mozgásokra.

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

⁵ A GMR három részmodelljének összehangolását Varga (2007) ismerteti részletesen.

4. Modell-szimulációk: 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 „baseline”-nak. Ehhez viszonyítva vizsgálhatunk olyan „scenario”-kat, amelyek a 2007-2013 közötti programozási ciklus EU támogatásainak különböző területi elosztásait tartalmazzák. Ezek a forgatókönyvek egymástól különböző regionális fejlődéseket, valamint makrogazdasági mutatókat fognak jósolni az elkövetkezendő évekre a „baseline”-hoz viszonyítva. Itt jegyeznénk meg, hogy sem a „baseline”, sem a „scenario” 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 mutatók abszolút értékei a lényegesek, hanem a relatív összehasonlítások (a scenario és a baseline között) a fontosak számunkra, mert ezek mutatják meg a beavatkozások által a rendszert ért sokkok eredőjét, eltekintve az olyan sokkoktól, amelyek nem képezik a vizsgálatunk tárgyát.

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

A példánkban kiválasztottunk 5 db megyét (NUTS kód sorrendjében: Győr-Moson-Sopron, Baranya, Borsod-Abaúj-Zemplén, Hajdú-Bihar, Csongrád), akiket növekedési ellenpólusként szerepeltetünk a központi régióval szemben. Indoklásul egy idézet az NFÜ honlapjáról: „...a 2013-ig szóló középtávú országos területi célok között jelenik meg egyrészt a versenyképes budapesti metropolisz-térség megteremtése, másrészt a régiókat dinamizáló fejlesztési pólusok megerősítése és a

városhálózati kapcsolatrendszer fejlesztése.”⁶ Másrészt 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.”⁷ A fejlesztési társközpontokat és alközpontokat a „scenario”-ban nem vettük figyelembe annak érdekében, hogy a példánkban minél szélsőségesebben egyenlőtlen eloszlást tudjunk generálni, ezáltal a hatások is markánsabban jelenjenek meg.

A „scenario”-k megkülönböztetésére a következő jelölésrendszert alkalmaztuk. Rendre P10, P20...P50 jelöli azokat a „scenario”-kat, amelyekben az öt vidéki növekedési pólus az egyenletes elosztáshoz képest 10, 20...50 százalékkal több támogatásban részesül. Természetesen értelmezendő a P0 „scenario” is, amelyben ezek a megyék (is) a lakosság szám 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% esetén a többiektől (beleértve a központi régiót is) megközelítőleg 0,34%-ot el kell vonni, amely elvonás a pólusok +50,00%-a esetén már 16,82% elvonást jelent az összes többi 15 db területi egység esetében, amennyiben a csökkentést egyenletesen terítjük.

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 az alábbiak szerint változtattuk. A fent említett lecsökkentett támogatási arányhoz képest (vissza) növeltük a központi régió támogatását +30, +60 és +90 százalékkal (BPPE+30, BPPE+60, BPPE+90 scenario-k), de most már csak a többi 13 megye rovására. Az összehasonlíthatóság végett 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), amely 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 scenario” (BPPE0), amikor a központi régióra vonatkozó értékeket változatlanul hagytuk.

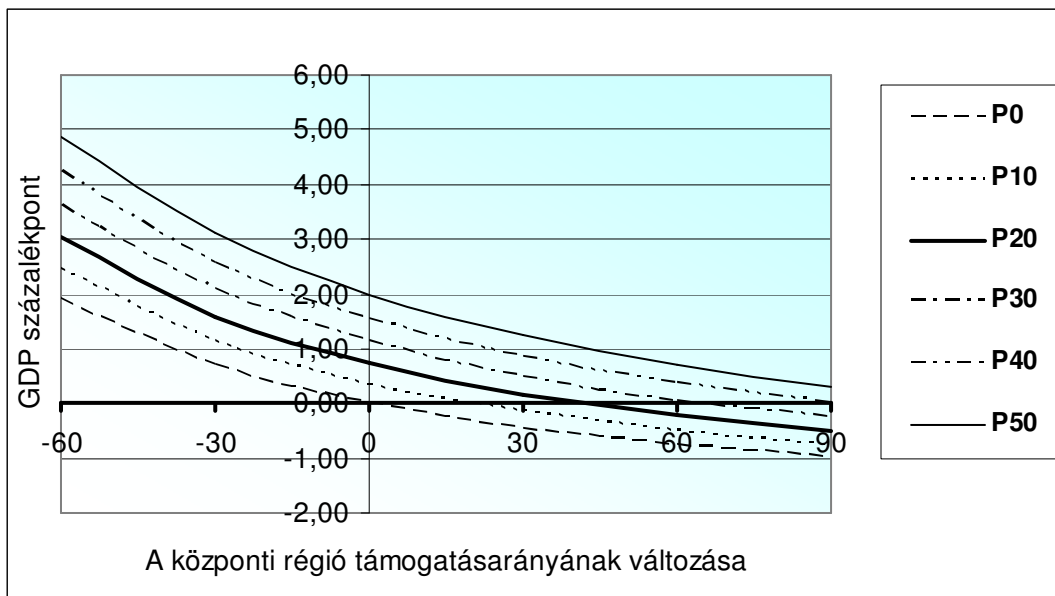
A kísérletek során arra kerestük a választ, hogy változatlan helyi sokkhatás mellett az öt ellenpólus növekedését miként befolyásolja a központi régióra vonatkozó

⁶ http://www.nfu.hu/polus_program_osszefoglalo Letöltés időpontja: 2009-05-25.

⁷ Az Országos Területfejlesztési Konceptióról szóló 97/2005. (XII. 25.) Országgyűlési határozat.

támogatás koncentráció. Az eredmények minden területi egység esetében rendelkezésre állnak, terjedelmi korlátok miatt Baranya megye esetét szemléltetjük.

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



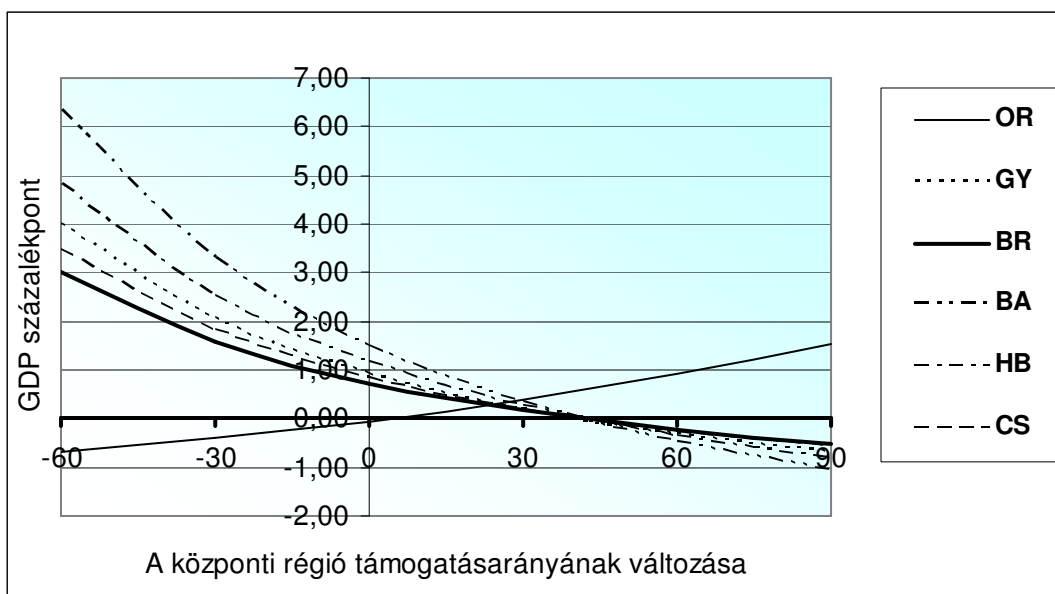
2. ábra: Baranya megye 2016-os GDP-jének százalékpontos változása a támogatásarányok függvényében

Az ábrán a vastag folytonos vonallal rajzolt görbe (P20) azt jelenti, hogy hány százalékponttal lesz magasabb Baranya megye GDP-je 2016-ban, ha 20%-kal növeljük a támogatást (nem csak itt, hanem a másik négy ellenpólusnál egyaránt). A görbének a függőleges tengellyel való metszéspontja (értéke: 0,73) 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 az értéke: 42,57) megmutatja, hogy a központi régió támogatásarányának +42,57% százalékos növelése okozza azt, hogy a Baranya megye +20%-os 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 TFP hatás és a pozitív lokális agglomerációs externáliák következtében a központi régió termelékenysége és ennek következtében versenyképessége olyan mértékben javul, amely kiszorítja az ellenpólusok vállalatait nemcsak a központi régió és Baranya megye, hanem az ország összes többi megyéjének piacairól is az interregionális kereskedelem miatt.

Az alábbiakban bemutatjuk mind az öt ellenpólusra, és kiegészítésként az országos GDP-re is a P20 „scenario” által generált görbéket, vagyis a 20%-os támogatásnövekedés hatását a szóban forgó öt megyében és országosan, annak függvényében, hogy a központi régió támogatásarányát a fent leírtak alapján változtatjuk.



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

A vizsgálatba bevont öt megye görbéjét összehasonlítva megállapítható, hogy az eliminációs pont mind az öt esetben lényegében egybeesik, vagyis minden ellenpólusnál kb. 42-43%-nál következik be az, hogy a nekik adott +20% hatását a központi régióra koncentrált pótlólagos beavatkozások eliminálják. A görbék eltérő meredeksége egyrészt a különböző erősségű agglomerációs hatások következménye, másrészt nem elhanyagolható az eltérő szállítási költségekből adódó versenyképességi hatás sem. Megjegyezzük, hogy a fenti szimulációkban a „szállítási költség mátrix”-nak azt a verzióját alkalmaztuk, amely még nem tartalmazza az M6-os autópályát. Amennyiben ennek megépülése a szállítási költségeket lényegesen csökkenti, ez Baranya megye helyzetén javíthat, vagyis a görbe feltehetően meredekebb lenne. A nemzetközi szakirodalomban gyakran találhatunk példát az SCGE modellek alkalmazására a közlekedési infrastruktúra

beruházások hatásának vizsgálatára, és ez a mi modellünkkel is elvégezhető, csekély átalakítások után.

Összegzőképpen a szimulációs lehetőségekről elmondható, hogy korántsem merítettük még ki az SCGE modell alkalmazhatóságában rejlő távlatokat. Ezzel a Magyarországon újszerű módszerrel számos esettanulmány, lehetőség kipróbálása végezhető el, az elképzelhető ötletek száma gyakorlatilag végtelen. 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.

5. Befejezés

Tanulmányunk a GMR-Magyarország modell-rendszer SCGE modelljét mutatta be. Az írás során igyekeztünk a nem specialisták számára is hozzáférhetően megmutatni, miként illeszkedik az ÚGF hagyományait követő számítható általános egyensúlyi elemzés a CGE hagyományaiba. A tanulmányunkban közölt szimulációs példa révén az olvasó pedig bepillantást nyerhetett abba a folyamatosan fejlődő makro-regionális szintű fejlesztési tervezést segítő eszköztárba, melyet az Új Gazdaságföldrajz szemlélete hívott életre. A cikkel a szerzők a maguk szerény módján ezúton kívánták kifejezni nagyrabecsülésüket Paul Krugmannak, a 2008-as év közgazdasági Nobel-díjasának.

Köszönetnyilvánítás

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-os, Volos-ban rendezett konferenciája, a Magyar Közgazdaságtudományi Egyesület 2007-es budapesti konferenciája, a Nemzetközi Regionális Tudományi Társaság 2008-as, 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 szemináriumai résztvevőinek. A kutatási asszisztenciáért pedig köszönet illeti Horváth Mártont és Uderszky Zsoltot.

Felhasznált irodalom

- Baldwin, R., Forslid, R., Martin P., Ottaviano G. and Robert-Nicoud F. 2003 *Economic geography and public policy*. Princeton University Press.
- Bröcker, J 1998 Operational spatial computable general equilibrium modeling. *Annals of Regional Science* 32, 367-87.
- Donaghy, K 2009 CGE Modeling in space. In Capello, R and Nijkamp, P *Handbook of Regional Growth and Development Theories*. Edward Elgar Publishers, 389-422.
- Fujita, M and Thisse, J 2002 *Economics of Agglomeration. Cities, Industrial Location, and Regional Growth*. Cambridge University Press Cambridge, MA, London, England
- Fujita, M, Krugman, P and Venables, A 1999 *The Spatial Economy*. MIT Press.
- 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 and Thissen, M 2004 *Dynamic SCGE Model with Agglomeration Economy (RAEM-Light)*. Manuscript pp. 10.
- Krugman, P 1991 Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy* 99, 483-499.
- Lofgren, H, Harris, R and Robinson 2002 *Standard Computable General Equilibrium (CGE) Model in GAMS*. International Food Policy Research Institute.
- Oosterhaven J, Knaap T, Rijgrod C and 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, Zagreb, August 29.
- Révész T és Zalai E 2000 A magyar gazdaságstatisztikai adatforrások és az alkalmazott egyensúlyelméleti modellezés. *Statisztikai Szemle* 78, 97-117.
- 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.
- 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.
- Shoven, J. B. and J. L. Whalley 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, pp 19.
- 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.
- Varga, A 2007 *GMR-Hungary: A complex macro-regional model for the analysis of development policy impacts on the Hungarian economy*. Hungarian National Development Agency, Budapest. A tanulmány a következő linken is elérhető: http://www.krti.ktk.pte.hu/files/tiny_mce/File/MT/mt_2007_4.pdf
- Varian, H R 1992 *Microeconomic Analysis*. W.W. Norton & Company. New York, London.
- Venables, A. J. and Gasiorek, M 1999 *The Socio-Economic Impact of Projects Financed by the Cohesion Fund: A Modeling Approach*. Luxembourg: European Commission.
- 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.

Függelék

I. Az időbeli K és L változások szétoztása a beavatkozás mértékétől függően.

Az alábbiakban az egyenleteket a munkaerőállomány változás esetére ismertetjük, a nettó beruházások esetében, vagyis a tőkeállományváltozásra hasonlóak az egyenletek, annyi különbséggel, hogy az L helyébe mindenhol K -t kell helyettesíteni.

Definiáljuk az országos rugalmassági tényezőt a munkaerő és a TFP összefüggésében:

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

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

Ekkor a baseline-ban az időbeli munkaerő-, illetve beruházás növekmény szétoztása a régiók között az alábbiak szerint történik, az i index a régiót, a t index az időperiódust jelöli:

$$(F-2-a) \quad \frac{\Delta L_i}{L_i} = E_{t+1/t} \frac{\Delta TFP_i}{TFP_i} \quad \text{amelyből:} \quad (22-b) \quad \frac{L_{i,t+1}}{L_{i,t}} = 1 + E_{t+1/t} \frac{TFP_{i,t+1} - TFP_{i,t}}{TFP_{i,t}}$$

Ez a szétoztás figyelembe veszi azt is, hogy a területileg és az időben egyaránt különböző TFP növekedések eltérő módon hatnak a megyékre, vagyis ahol nagyobb a beavatkozás mértéke, ott nagyobb arányban, azaz nagyobb százalékban fog növekedni a munkaerő.

II. A scenario esetében a baseline-hoz viszonyított növekmény szétoztása a beavatkozás mértékétől függően.

A scenario esetében a makroszintű változást a baseline-hoz viszonyítjuk, és ezeket a növekményeket osztjuk szét a régiókra a TFP változásban mérhető beavatkozás arányában, a rugalmassági tényező szerint (az S index a scenariót, a B pedig a baseline-t jelöli):

$$(F-3) \quad E_{S/B} = \frac{\Delta L}{L} : \frac{\Delta TFP}{TFP}$$

A II. módszerhez hasonlóan járunk el, ellenben itt a változás definíciója alatt nem az időbeliséget, hanem a scenario és a baseline különbségét értjük:

$$(F-4-a) \quad \frac{\Delta L_i}{L_i} = E_{S/B} \frac{\Delta TFP_i}{TFP_i} \quad \text{amelyből:} \quad (24-b) \quad \frac{L_{i,S}}{L_{i,B}} = 1 + E_{S/B} \frac{TFP_{i,S} - TFP_{i,B}}{TFP_{i,B}}$$

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.⁸ Az átlagos (országos) TFP növekedés, vagyis a $\Delta TFP/TFP$ hányados számított érték, amelyet a $\Delta TFP_i/TFP_i$ hányadosok súlyozott átlagaként állítunk elő. A (21) és a (23) egyenletekhez az L_i -ket használjuk súlyokként az alábbiak szerint:

$$(F-5) \quad \frac{\Delta TFP}{TFP} = \bar{v} = \frac{\sum_i L_i v_i}{\sum_i L_i}$$

⁸ Azt az esetet, hogy nincsen beavatkozás, nem a $v_i=0$ értékek jellemzik, hanem valamilyen $v_i>0$ input adat, ugyanakkor igaz, hogy $v_i = v_j$ bármely i, j -re. Azaz feltételezzük, hogy van a TFP-nek egy minden régióban egyenlő „természetes” növekedési rátája, amely a beavatkozás nélkül is létrejön.

A KRTI eddig megjelent műhelytanulmányai

Varga Attila: From the geography of innovation to development policy analysis: The GMR-approach (2007/1)

Bessenyei István: Növekedési pólusok a térben és a társadalomban (2007/2)

Darvas Zsolt - Schepp Zoltán: Kelet-közép-európai devizaárfolyamok előrejelzése határidős árfolyamok segítségével (2007/3)

Varga Attila: GMR-Hungary: A Complex Macro-Regional Model for the Analysis of Development Policy Impacts on the Hungarian Economy (2007/4)

Reiff Ádám - Zsibók Zsuzsanna: Az infláció és az árazási magatartás regionális jellemzői Magyarországon, mikroszintű adatok alapján (2008/1)

Varga Attila - Parag Andrea: Egyetemi tudástranszfer és a nemzetközi kutatási hálózatok szerkezete (2008/2)

Schepp Zoltán - Szabó Zoltán: Felsőoktatás-politika és állami finanszírozás: a 2007. évi felvételi tanulságai a gazdaságtudományi alapképzésben (2008/3)

Kaposi Zoltán: Város és agrárrendszer a polgárosodás korában (1850-1914) (a mezőgazdaság változásai Nagykanizsán) (2008/4)

Barancsik János: Néhány gondolat az „árelfogadó” és „ármeghatározó” fogalmak jelentéséről (2009/1)

Kiss Gy. Kálmán: A szövetkezeti bank megteremtésének kísérlete Magyarországon (2009/2)

Zeller Gyula: Létezik-e a Smith probléma, avagy mennyire egységesek Adam Smith nézetei? (2009/3)