

TANULMÁNYOK

DR. VARGA ATTILA – HAU-HORVÁTH ORSOLYA – SZABÓ NORBERT
– DR. JÁROSI PÉTER

A GMR–Európa-modell alkalmazása kék gazdaság-típusú innovációk hatásvizsgálatára *

Gunther Pauli *A kék gazdaság* című könyvében (Pauli 2010) számos olyan környezeti innovációt mutat be, amelyek alacsonyabb költségek mellett biztosítják a társadalom szükségleteit, ugyanakkor nem termelnek hulladékot és még jövedelmezőek is a vállalkozások számára. Összevetve a hagyományos, „zöld” környezetkímélő technológiákkal, amelyek bizonyos fokig szintén lehetővé teszik a természet megóvását, a kék gazdaság innovációk kevésbé költségesek és már rövidebb távon megtérülnek. Pauli könyvének alcíme (*10 év, 100 innováció, 100 millió munkahely*), bár nyilván nem mentes egy népszerűsítést célzó múnél még elfogadható marketing fogástól, elgondolkodtatja a gazdaságelemzőt. Valóban ennyire nagyhatásúak lehetnek ezek az innovációk? Nemcsak a környezetet óvják, hanem ezen felül még gazdaságilag is hatékonyabbak? Miként lehetne sokkal precízebben megbecsülni ezen innovációk gazdasági hatásait? A tanulmányunkban bemutatott modellezési eljárás kidolgozását ezek a kérdések motiválták.

A Pauli (2010) által javasolt innovációk egyik tipikus csoportját képezik az olyan technológiai újítások, amelyek lehetővé teszik, hogy egy korábban hulladékként kezelt melléktermék képezze valamely más gazdasági tevékenység alapanyagát. Talán a legnépszerűbb az az innováció, amely étkezési gombát állít elő egy napjainkban tömegesen keletkező hulladék, a kávézacc felhasználásával. Az ehhez hasonló technológiák megjelenése révén egyrészt alacsonyabb lesz a környezetszennyezés, a hulladékkibocsátás, másrészt a természeti erőforrások iránti igény is csökken. A kék gazdasági innovációk következtében tehát alapvetően megváltozik a gazdaság szektorai közötti kapcsolat, ugyanis egy olyan anyag, amit korábban egyik szektor sem hasznosított az innováció bevezetése után, valamely szektor alapanyagává válik.

A kék gazdaság innovációk modellezése három szempontból is kihívást jelent a gazdaságelemző számára. Az első kihívás egy olyan modellezési keret megalkotása, amely kezelni tudja azokat a hatásokat, amelyek a hulladék hasznos anyaggá alakulásának következtében a gazdaság különböző szektoraiban jelentkeznek. A második kihívást az új technológiának egy gyakorlati modellben való megjelenítése hordozza, ami praktikusán a technológia „lefordítását” jelenti az empirikus gazdaságelemzés nyelvére. A harmadik kihívás pedig az, hogy miként lehet az innováció földrajzilag jelentkező hatásait megbecsülni. Habár a hatás nyilván erősebb lesz ott, ahol az új technológiát bevezetik, nem szabad elfelejtkezni a tovagyűrűző, a kereskedelmen, migráción keresztül a gazdaság más térségeiben közvetetten jelentkező hatásokról sem, és fontos lenne tudni azt is, hogy egy adott térségben jelentkező innováció mekkora hatást gyakorolhat az egész nemzetgazdaságra.

* A kutatást a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0058, a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-20120-0029 és a 14121-es számú MTA-PTE Innováció és Növekedés Kutatócsoport projektek finanszírozták.

A szakirodalomban eddig publikált elemzések csak korlátozottan alkalmasak arra, hogy megfeleljenek a kék gazdasági innovációk modellezési kihívásainak. A hulladék-gazdálkodással, valamint az újrahasznosítással foglalkozó modellek első csoportja csupán a keletkező hulladék mennyiségének a meghatározására koncentrálnak, azonban nem tartalmaz explicit hulladékkezelő szektort (Barata 2002). A modellek második csoportjában a hulladék kezelése, feldolgozása már explicit módon is megjelenik. A Miyata (1995) által javasolt háromszektoros általános egyensúlyi modellben az egyik szektor a hulladék feldolgozásáért felelős, ezáltal a hulladékkezelés költsége endogén módon alakul. Speck (1997) egy hat „szektoros” modellt mutat be, amelyben 4 szektor írja le a gazdaság által választható technológiákat, az ötödik szektor hulladékgazdálkodásként fogható fel, amely csökkenti a környezeti szennyezés mértékét, a hatodik szektor pedig a természet hulladéklebontó képességét ragadja meg. A hulladékgazdálkodásért felelős szektor ráfordítások révén csökkenti a környezet terhelését, azonban a modell nem veszi figyelembe a hulladék alapanyagként történő hasznosításának a lehetőségét. Az egyes technológiák eltérő mértékben használnak fel közbeső terméket, munkát, tőkét, illetve természeti erőforrásokat. Az adott körülmények közti optimális technológiát a társadalmi jóléti függvény alapján határozza meg a társadalom. Az elgondolás hátránya, hogy az időben változó technológiákat nehéz megbecsülni.

Bár a fenti modellekben már megjelenik endogén módon a hulladékkezelés költsége, még nem foglalkoznak a hulladék alapanyagként történő újrahasznosításával. A Baumgärtner (2004) által vizsgált probléma áll legközelebb a tanulmányunkban vizsgált innovációhoz. A szerző a hulladékpapír alapanyagként történő újrahasznosítását vizsgálja, amelyet a papírgyártás során újra lehet hasznosítani. Így a hulladékpapír lehet akár egy pozitívan értékelt másodlagos erőforrás, azonban ha túl sok keletkezik belőle, akkor a környezetet terhelő káros hulladék lesz. Empirikus megfigyelések szintén ezt mutatják, hogy a hulladékpapír ára némely időszakban pozitív, máskor azonban negatív. Ennek alátámasztására Baumgärtner (2004) egy kétszektoros gazdaságot vizsgál, amelyben az egyik szektor melléktermékét a másik szektor felhasználhatja alapanyagként, vagy hulladékként kell feldolgozni, ami a vállalat számára költséget jelent. A modellben a hulladékfeldolgozás költsége exogén adottság. A szerző rámutat arra, hogy amennyiben nem használják fel az összes keletkező hulladékot, úgy a hulladékpapír ára negatív, és ez az ár megegyezik a hulladékfeldolgozás költségével. Baumgärtner (2004) modellje azonban egy részleges egyensúlyi modell, ugyanis a hulladék feldolgozó szektor modellezése nem jelenik meg, a hulladékfeldolgozás ára exogén adottság.

Az általunk javasolt megoldásban mindhárom, a fenti csoportosításban szereplő modell fontos szerepet tölt be. Célunk egy olyan modell kidolgozása, amely lehetővé teszi a hulladék alapanyagként történő hasznosítását explicit módon, akárcsak Baumgärtner (2004) megoldása, ám mindezt egy általános egyensúlyi modell keretein belül teszi, amelyben a hulladékkezelés ára is endogén módon alakul, mint például Miyata (1995) modelljében.

Tanulmányunknak a szakirodalomhoz való hozzájárulása a fent jelzett kihívásokhoz kapcsolódik. Ennek megfelelően egyrészt egy olyan többszektoros számítható általános egyensúlyi (CGE) modellt építettünk fel, amely az újrahasznosított hulladék felhasználásának gazdasági hatásait képes megmutatni. Továbbá kidolgoztunk egy olyan empirikus módszertant, amelynek révén a regionális input-output táblázatokban a kék gazdaság-

típusú új technológiák konkrét megjelenítésre kerülhetnek. Mivel a kék gazdaság-típusú innovációk nagyrészt helyi inputokra alapoznak, azok hatásai is elsősorban helyben jelentkeznek. Mindezekon túl azonban fontos lehet a helyi hatások interregionális tovagyűrűzése is, részben a közvetetten megváltozott régiók közötti kereskedelem, részben pedig az esetlegesen kiváltott migráció által. Ezért egy olyan modellkeretet tartottunk szükségesnek alkalmazni, amely az összetett térbeli folyamatokat is érzékeltetni képes. A választott modell a korábban kidolgozott és más célokra többször használt GMR–Európa-modell.

A tanulmány felépítése a következő: a második fejezetben bemutatjuk a GMR–Európa-modell felépítését. A harmadik fejezetben ezt a modellt egészítjük ki, fejlesztjük tovább, annak érdekében, hogy alkalmas legyen a speciális innovációk hatásait megragadni. Ezt követően egy konkrét innováció becsült hatásait ismertetjük. A tanulmány összegzéssel zárul.

A GMR-Európa-modell

A kék gazdaság típusú innováció hatásainak számszerűsítése a GMR- (*Geographic Macro and Regional*) modell keretein belül történt. Ez a modell képes a különböző gazdaságpolitikai beavatkozások, sokkok és egyéb változások országos és regionális hatásainak a figyelembevételére. A modell széleskörűen használható a K+F-et és emberi tőkét célzó beavatkozások, valamint az EU kohéziós politikája hatásainak becslésére mind az Európai Unióban (Varga et al. 2009, 2013, Varga–Törma 2010), mind Magyarországon (Varga et al. 2008, Járosi et al. 2010).

A GMR névben szereplő földrajzi jelző arra utal, hogy a modell képes figyelembe venni a tér dimenzióját, így a szállítási költséget, az agglomerációs hatásokat és a gazdaság térbeli szerkezetének dinamikus alakulását. A regionális jelző arra utal, hogy a modell alapegysége az országos területi aggregátságnál alacsonyabb regionális szint, ezt tekintjük referenciapontnak. A régiókat a közöttük lezajló interakciók (tudásáramlások, kereskedelem, tőkeáramlás, migráció) kötik össze, így alakulhat ki egyensúly az egyes régiókban, majd dinamikus módon az egész rendszerben. A „makro” jelző szintén fontos, hiszen az egyes beavatkozások nemzeti szintű eredményeinek összehasonlítása elengedhetetlen.

A GMR-modell három blokkból épül fel: a regionális termelékenység (Total Factor Productivity, TFP), a térbeli számszerűsített általános egyensúlyi (Spatial Computable General Equilibrium, SCGE) és a makroökonómiai modellblokkokból. A TFP-blokkban határozódik meg a beavatkozások (például a K+F-támogatás, az infrastruktúra-beruházások) teljes tényező termelékenységre gyakorolt hatása. A blokk egyenleteinek becslése ökonometriai úton történt, szerkezetének részletes technikai leírása Varga és társai (2009, 2013) és Varga–Törma (2010) munkáiban található.

Az SCGE-modellblokkban határozódnak meg a TFP-ben beállt hatások által kiváltott változások a főbb gazdasági változók (kibocsátás, foglalkoztatás, árak stb.) értékeiben minden egyes régióra vonatkozóan. A modellblokk célja tehát, hogy értékelje a különböző politikai beavatkozások gazdasági hatásait regionális szinten. Megkülönböztethetünk rövid távú egyensúlyt, amikor is minden régió belül a termékek, valamint tényezők kereslete kiegyenlítődik, ami minden periódusban létrejön, illetve hosszú távú egyen-

súlyt, ez esetben az egyes régiókban kialakult egyensúly már nem indít be migrációt a régiók között.

A modell figyelembe veszi a centripetális, vagyis a térbeli koncentrációt erősítő hatásokat a regionális termelékenységi szint változásán keresztül, a centrifugális, vagyis a térbeli koncentrációt mérséklő hatásokat a zsúfoltság révén, valamint a szállítási költség változásának a koncentrációra negatív irányú hatását. A régiókat az interregionális kereskedelem, valamint a tőke és a munka migrációja köti össze. Az SCGE-blokk tehát egy statikus modell, így a rendszer dinamikáját a TFP-modellblokk mellett a makroblokk biztosítja. A modellblokk magyar nyelvű ismertetését Járosi és szerzőtársai (2010) munkájában találja meg az olvasó.

A GMR–Európa-modellben alkalmazott *makroökonómiai blokk*ba az Európai Bizottság által kifejlesztett dinamikus és sztochasztikus általános egyensúlyi (*Dynamic Stochastic General Equilibrium*, DSGE) modellt, a QUEST III-at (Ratto et al. 2009) építettünk be. A TFP, az SCGE és a MACRO modellblokkok együttes futtatásait a MATLAB-szoftver felhasználásával végeztük el.

Jelen vizsgálatunk a GMR első olyan alkalmazása, ahol a külső sokk egy speciális környezeti innováció formájában lép be a modellbe. Annak érdekében, hogy becsülni tudjuk a kék gazdaság típusú innovációk regionális és makroszintű hatásait, az Európai Unióra vonatkozó GMR-modell egy régióját (a Dél-Dunántúlt) alakítottuk át úgy, hogy az alkalmassá váljék vizsgálatunkra. A modell átalakítás az SCGE-blokkot érinti, ezért a következő fejezet elsősorban erre koncentrál.

Kék gazdaság típusú innovációk modellezése a GMR–Európa-moddellel

A GMR–Európa-modell 144 európai régió sokrétűen (interregionális kereskedelem, földrajzi és tudáshálózati szpilloverek, valamint munka- és tőkemigráció révén) összekapcsolt regionális (TFP és SCGE) modellrendszerének felhasználásával vizsgálja a különböző gazdaságpolitikai beavatkozások térbeli hatásait. Jelen vizsgálatunk során a komplex modellrendszer egy kiválasztott régióját tesszük alkalmassá a kék gazdaság típusú innovációk modellezésére. A GMR–Európa-modell SCGE-modellblokkjába tartozó regionális modellek egy szektort tartalmaznak, melynek kibocsátása egy aggregált termék, a regionális GDP. Azonban a kék gazdaság típusú innovációk hatásainak az értékeléséhez elengedhetetlen egy többszektoros modell, ezért az SCGE-modellblokk egy régióját (a konkrét példában a Dél-Dunántúlt) terjesztettük ki többszektorossá. Ezt a többszektorosra kiterjesztett modellt nevezzük a továbbiakban „BLUE” modellnek.

Ezen felül több, speciális kiegészítésre volt szükség a szektorálisan bontott regionális modell szerkezetében annak érdekében, hogy a modell megfelelően használható legyen a vizsgált innováció elemzéséhez. Kiemelt figyelmet kapott a hulladék megváltozott szerepének figyelembevétele, mivel a hulladék az innováció bevezetését követően a termelés inputjaként szolgál, így értéket teremt. Emellett azonban fontos hangsúlyozni, hogy a hulladék egyfajta ikertermelésben valósul meg, ami azt jelenti, hogy egy adott ágazathoz tartozó termék és újrahasznosítható hulladéka kínálata nem független egymástól. A következő rész a regionális SCGE-blokk ezen átalakításait taglalja részleteiben.

A hulladék-újrahasznosítás modellezése a szektorálisan részletezett régióban – a BLUE-modell szerkezete

A vállalatok

A többszektoros modellben a különböző szektorok közül kiemelkedő szerepet kap a hulladékkezelő szektor, ugyanis a feldolgozandó hulladék mennyisége nagymértékben függ az innováció bevezetése következtében újrahasznosított hulladék nagyságától. Így a modellben összesen m szektort különböztetünk meg, ebből n szektor hasonló módon viselkedik, és külön indexszel, w -vel jelöljük a hulladék feldolgozását végző szektort.

A vállalatok a termelésük során két elsődleges erőforrást (tőkét és munkát), valamint a többi szektortól származó közbenső termékeket használnak fel. Az elsődleges erőforrásokról feltesszük, hogy a szektorok között tökéletesen mobilak, így az áruk minden szektorban azonos. A vállalatok termelési függvényét egy beágyazott termelési függvény írja le: a hozzáadott értéket az elsődleges erőforrások felhasználásával Cobb–Douglas-technológia segítségével állítják elő, míg a termelő felhasználásra a Leontief-technológia jellemző. Minden vállalat bocsát ki hulladékot a termelése során, amelynek elszállítását, feldolgozását a speciálisan ezzel foglalkozó hulladékkezelő szektor végzi. Az összes megtermelt hulladék két részre osztható, egy újrahasznosítható részre, amit az innováció segítségével alapanyagként továbbadhat a vállalat, illetve egy nem újrahasznosítható részre. A hulladék nem újrahasznosítható része a vállalat kibocsátásával egyenesen arányos, minden egység kibocsátás után a_{wi} nagyságú hulladékfeldolgozó szolgáltatásra van szüksége a vállalatnak. Ezzel szemben a hulladékként kezelt, de potenciálisan újrahasznosítható hulladék nagysága ($RUWW_i$) változó, attól függ, hogy mennyit hasznosítanak újra az összes megtermelt újrahasznosítható hulladékból. A vállalatok termelési függvénye tehát a következő:

$$x_i = \min\left(\frac{X_{li}}{a_{li}}, \frac{X_{2i}}{a_{2i}}, \dots, \frac{X_{ni}}{a_{ni}}, \frac{X_{wi}}{a_{wi}}, \frac{RUWW_i}{ruww_i}, \frac{RUWD_i}{\tau_i}, \frac{A_i L_i^{\alpha_i} K_i^{1-\alpha_i}}{b_i}\right),$$

ahol x_i az i -edik szektort alkotó vállalatok bruttó kibocsátása, X_{ji} az i -edik szektorban felhasznált j -edik szektorból származó termék mennyisége, $RUWW_i$ pedig a hulladékként elszállított, de potenciálisan újrahasznosítható hulladék nagyságát jelöli. A $ruww_i$ azt mutatja meg, hogy egységnyi kibocsátásra mennyi hulladékként elszállított melléktermék jut, azonban a többi alapanyagigénnyel szemben ez nem konstans, hanem változó. Az innováció bevezetése révén a vállalatok a többi szektor termékén kívül felhasználhatnak egy további alapanyagot is, az újrahasznosítható hulladékot. $RUWD_i$ jelöli az i -edik szektorban felhasznált újrahasznosított hulladék mennyiségét, míg τ_i megmutatja, hogy az i -edik szektor egységnyi kibocsátásához mennyi újrahasznosított hulladékra van szükség. L_i , K_i a szektorokban felhasznált munka, tőke nagyságát jelöli, α_i és A_i a Cobb–Douglas termelési függvény paraméterei, b_i pedig az egységnyi bruttó kibocsátásra jutó hozzáadott érték.

A vállalatok tőke és munka iránti keresleti függvénye¹ a következő:

$$K_i = \left(\frac{1-\alpha_i}{\alpha_i} \cdot \frac{w}{r}\right)^{\alpha_i} \cdot \frac{x_i}{A_i}, \quad (1)$$

¹ A tőke- és a munkakeresleti függvények levezetése a Függelékben található.

$$L_i = \left(\frac{\alpha_i}{1 - \alpha_i} \cdot \frac{r}{w} \right)^{1 - \alpha_i} \cdot \frac{x_i}{A_i}, \quad (2)$$

ahol w a munkabér míg r a tőkekamat, a többi jelölés a fentebb ismertetett értelmezést követi. A vállalatok főtermékük előállításánál létrehozhatnak mellékterméket is, amit az innováció bevezetése után potenciálisan alapanyagként is fel lehet használni. A keletkező újrahasznosítható hulladék nagyságáról feltesszük, hogy az outputtal egyenesen arányos, azaz

$$RUWT_i = \rho_i \cdot x_i, \quad (3)$$

ahol $RUWT_i$ az összes keletkező újrahasznosítható hulladék nagyságát jelöli, míg ρ_i az egy egység kibocsátásra jutó újrahasznosítható hulladékot.

A környezetbarát innováció lehetővé teszi a vállalatok számára, hogy a korábban hulladékként kezelt mellékterméket alapanyagként hasznosítsák. Ezért az innováció bevezetése után a vállalatok alapanyagszükséglete között megjelenik a melléktermék iránti igény is. A vállalatok újrahasznosítható hulladék iránti keresletét a következő egyenlet határozza meg:

$$RUWD_i = \tau_i \cdot x_i, \quad (4)$$

A mellékterméket előállító vállalatokról feltesszük, hogy az újrahasznosítható hulladékot ingyen továbbadják az azt feldolgozó vállalatnak. A mellékterméket termelő vállalatok motivációja, hogy amennyiben újrahasznosításra továbbadják a keletkező mellékterméket, úgy nem jelent költséget számukra a hulladékként való elszállíttatás, feldolgoztatás. Tehát az összes megtermelt melléktermékből éppen annyit hasznosítanak, amennyi az azt alapanyagként felhasználó vállalatok kereslete. Az egyes szektorok között a kereslet arányosan oszlik meg. Tehát az i -edik szektor által alapanyagként felkínált újrahasznosítható hulladék nagysága a következő:

$$RUWS_i = \frac{\sum_j RUWD_j}{\sum_j RUWT_j} \cdot RUWT_i, \quad (5)$$

ahol $RUWS_i$ jelöli, hogy az i -edik szektor az összes keletkező melléktermékből mennyit kínál fel újrahasznosításra. A fennmaradó újrahasznosítható hulladékot pedig a hulladékkezelő szektornak kell feldolgoznia, és ez nem lehet negatív, azaz maximum annyi mellékterméket kínálhat fel a vállalat újrahasznosításra, mint amennyit megtermelt.

$$RUWW_i = RUWT_i - RUWS_i \geq 0. \quad (6)$$

Az egységnyi kibocsátásra jutó hulladékként elszállított melléktermék nagyságát pedig megkapjuk a két érték hányadosaként:

$$ruww_i = \frac{RUWW_i}{x_i}.$$

Tökéletes versenyt feltételezve minden vállalat esetén teljesülnie kell a nulla profit feltételnek, azaz

$$p_i \cdot x_i = \sum_j^m p_j a_{ji} x_i + p_w \cdot RUWW_i + w \cdot L_i + r \cdot K_i, \quad (7)$$

ahol p_i az i -edik szektor termékének az árát jelöli, w és r pedig a munka és a tőke ára. A vállalat bevételét az értékesített termékek árbevétele jelenti, míg költségeit az alap-

anyagköltség, a hulladékként elszállított melléktermék, valamint az elsődleges erőforrások költsége jelenti.

A háztartások

A háztartások viselkedését egy reprezentatív szereplővel magyarázzuk. A háztartások az összes szektor által termelt terméket fogyasztják, a hasznosságukat az alábbi hasznossági függvény írja le:

$$U = \prod_{i=1}^m C_i^{\alpha_{Hi}},$$

ahol C_i a háztartás fogyasztása az i -edik termékből, α_{Hi} pedig a Cobb–Douglas-típusú hasznossági függvény paramétere.

A háztartás jövedelmét teljes egészében fogyasztási javak vásárlására fordítja, azaz

$$Y = \sum_{i=1}^m p_i \cdot C_i,$$

ahol Y a háztartás jövedelmét jelöli.

A háztartás hasznosságmaximumot biztosító keresleti függvénye az alábbi:

$$C_i = \frac{\alpha_{Hi} \cdot Y}{p_i}, \quad (8)$$

Az elsődleges erőforrások a háztartások tulajdonában vannak, így jövedelmük megegyezik az elsődleges erőforrások árának és kínált mennyiségének szorzatával.

$$Y = w \cdot L_S + r \cdot K_S, \quad (9)$$

ahol L_S és K_S a munka és a tőke kínálatát jelöli.

Piaci egyensúlyi feltételek a regionális interszektorális (BLUE) modellben

A munka-, illetve a tőkepiacon egyensúly esetén a vállalatok tényezőkereslete megegyezik a háztartások kínálatával, azaz

$$\sum_i^m L_i = L_S, \quad (10)$$

$$\sum_i^m K_i = K_S, \quad (11)$$

A háztartások munka- és tőkekínálata egy perióduson belül exogén adottság, azonban hosszú távon változhat a régiók közötti migráció következtében.

A termékpiacokon egyensúlyban a bruttó kibocsátásnak meg kell egyeznie az összes vállalat, illetve a háztartások keresletével. Ez a hagyományosan viselkedő n szektor esetén az alábbi formában írható fel:

$$x_i = \sum_{j=1}^m a_{ji} x_j + C_i, \quad \text{ha } i \neq w. \quad (12a)$$

A hulladékkezelő szektor esetén a kereslet kiegészül még egy taggal, ami a vállalatok által hulladékként kidobott újrahasznosítható hulladék nagyságát jelöli.

$$x_w = \sum_{j=1}^m a_{jw} x_w + \sum_{j=1}^n RUWW_j + C_w, \quad \text{ha } i = w. \quad (12b)$$

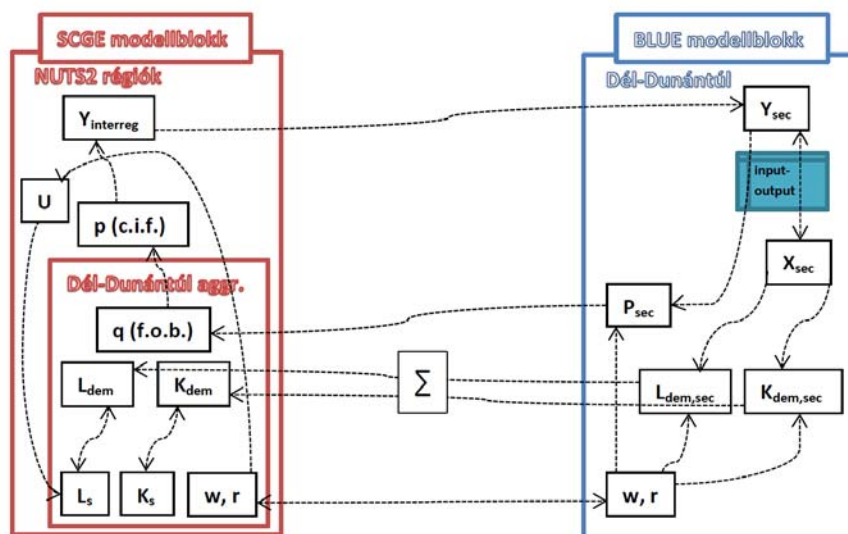
A modell összesen $9m+3$ egyenletet és $9m+3$ változót tartalmaz, azonban az egyenletek nem függetlenek egymástól, az egyik egyenlet kifejezhető a többi egyenlet felhasználásával, így ez elhagyható. Annak érdekében, hogy ismét szabályos egyenletrendszert kapjunk, rögzítjük az egyik erőforrás, a tőke árát, ez tölti be a modellben a *numeraire* szerepét.

A többszektoros BLUE-modell elhelyezése az egyszektoros SCGE-környezetben

Az SCGE-modellblokk működési logikája szerint keressük azokat a régióként különböző tényezőárakat (w -ket, és r -eket), amelyek mellett a regionális tényezőkereslet és kínálatok egyensúlyban vannak. Ez ugyanígy igaz Dél-Dunántúlra nézve is, csak itt nem aggregált módon határozzuk meg a munka- és tőkekeresletet, hanem működésbe lép ennek az egy régióknak a vonatkozásában a BLUE-modell. Az SCGE-modellblokk tehát összevontan tartalmazza a Dél-Dunántúlt, míg a BLUE-modellblokk szektorokra bontva, ugyanakkor az egyes változók aktuális értékei rendre meg vannak feleltetve egymásnak. A részletek az 1. ábra alapján tanulmányozhatók.

1. ábra

A BLUE-modell az egyszektoros környezetben



Forrás: saját szerkesztés.

Mivel a BLUE-modellben nem alkalmaztunk szektoronként különböző tényezőárakat, ezért a w értéke ugyanaz a BLUE-modellben és az SCGE-modell dél-dunántúli részében, valamint ugyanez mondható el az r esetében is. Tetszőleges w és r választásával végigszámítható mindkét modellblokk, és nagy valószínűséggel a tényezőpiacok így még nem lesznek egyensúlyban. Keressük tehát azokat a tényezőárakat, amelyek mellett a munka

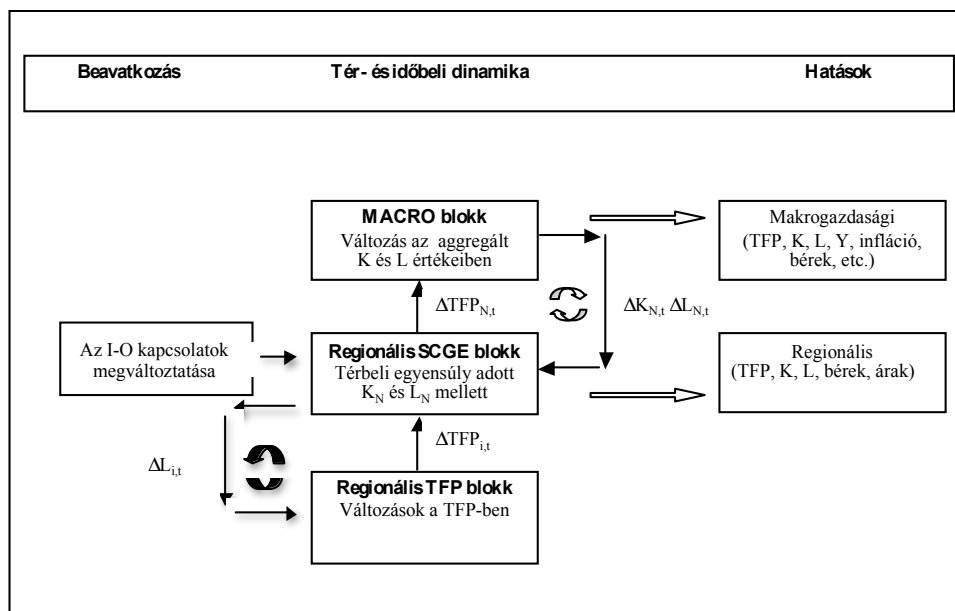
kereslete egyenlő a munka kínálatával ($L_{dem}=L_s$), továbbá a tőke kereslete egyenlő a tőke kínálatával ($K_{dem}=K_s$). A BLUE-modellben a tényezőkeresleteket szektoronként ($L_{dem,sec}$ és $K_{dem,sec}$) számítjuk ki, amelyekre a tényezőárakon kívül hatnak még az ágazati kibocsátások (X_{sec}) alapján a szektoronkénti hozzáadott értékek is. Ezen felül a szektoronkénti termékárakra (P_{sec}) is hatnak a tényezőárak.

A BLUE-modellben kialakuló árak és a hozzáadott érték ágazati szerkezete meghatározza a régió aggregált „f.o.b.” (azaz szállítási költség nélküli) termékárát (q), amellyel a Dél-Dunántúl részt vesz az interregionális kereskedelemben. Hozzáadva ehhez a különböző szállítási költségeket, az így kapott „c.i.f.” (p) árakon versenyez Dél-Dunántúl a különböző regionális piacokon, beleértve önmagát, azaz a hazai piacot is. Az interregionális kereskedelem modellezése során kialakul az összes régió és ezen belül Dél-Dunántúl termékei iránti aggregált fogyasztói kereslet ($C_{interreg}$), amelyet a Dél-Dunántúl esetében ágazatokra szétosztva jelenítünk meg a BLUE-modellblokkban (C_{sec}). Dél-Dunántúl végtermékei iránti szektorális kereslet és a szektoronkénti kibocsátás között az ágazati input-output kapcsolatok teremtik meg az összefüggést. Ezen a ponton körbeértünk az 1. ábrán, vagyis a tényezőárak (w, r) és a szektorális kibocsátások (X_s), illetve hozzáadott értékek által meghatározott szektoronkénti munka- és tőkekeresleteket összegezve megkapjuk a régió aggregált tényezőkeresleteit, amelyeknek a tényezőárak „helyes” megválasztása mellett egyensúlyban kell lenniük a tényező kínálatokkal. Ezeket az egyensúlyi tényezőárakat határozza meg a megoldó algoritmus, rövid távon konstans tényezőkínálatok mellett, ezért nevezzük ezt rövid távú, azaz egy időperiódusra vonatkozó egyensúlynak. A kapott eredményeket behelyettesítjük az SCGE-modellblokk hasznossági függvényébe (U), amelynek segítségével a munkaerő migrációja kiszámításra kerül, így hosszú távon, vagyis több időperiódust figyelembe véve a munka kínálata (L_s) is változik.

Hatásmechanizmus a GMR–Európa-modell rendszerében

Az 2. ábrán látható, hogy a modell egyes részei miként kapcsolódnak össze. Az általunk végrehajtott beavatkozás a következőképp halad végig a GMR-modell egyes blokkjain. Első lépésben bekerülnek a regionális SCGE-modellbe az innovációt reprezentáló új input-output tábla adatai, illetve az eredeti, még változatlan TFP-értékek a TFP-blokkból. A megváltozott input-output tábla alapján az SCGE-blokkban kiszámítódnak a tőke, munka és termelési nagyságok, a kereslet mennyiségei, valamint a bérek, tőkekamatok és a termékek árai minden régióban és időperiódusban. A régiók között kialakuló hasznosságbeli különbségek tőke- és munkaáramlást generálnak, amelyek változásokat okoznak a régió TFP-jében. A harmadik lépésben kiszámításra kerülnek az új regionális TFP-értékek, amelyek bekerülnek a makroblokkba. Végül az új TFP-értékek hatására kialakulnak a makrováltozók aktuális értékei minden periódusra. A negyedik lépésben, a makroblokkban kiszámított tőke- és munkaváltozásokat minden periódusban szétosztjuk a régiók között a beavatkozás által periódusonként generált regionális TFP-változás mintája szerint. Az ötödik lépés során a megváltozott tőke- és munkamennyiségekkel újrafut az SCGE-modellblokk és kiszámításra kerülnek az új mennyiségek és árak, minden régióban és periódusban.

A kék gazdasági innovációk hatásmechanizmusa a GMR–Európa-modellben



Forrás: saját szerkesztés.

A vizsgálat során tehát az eredeti, innováció előtti I–O táblát felhasználó alapforgatókönyv (*baseline*) hatásaihoz hasonlítjuk az innovációt reprezentáló új táblázat mellett kiszámolt hatásokat. Így a futtatás során a regionális SCGE-blokk az innovációt reprezentáló alternatív forgatókönyv szerint más adatokat fog továbbítani a makromodellblokknak, így a dinamikus folyamatok révén kialakuló egyensúlyi helyzet eltérő lesz a két esetben. Az eltérő inputok következtében a modell változóinak értékeiben kialakuló különbségek tekinthetők az innováció alap forgatókönyvhöz viszonyított hatásainak.

A következő szakaszban bemutatunk egy konkrét példát egy ilyen típusú innovációra, illetve az ismertetett modell segítségével számszerűsítjük, hogy milyen hatásai lennének az innováció bevezetésének Dél-Dunántúlon.

Egy kék gazdasági innováció gazdasági hatásai Dél-Dunántúlon

Az innováció: gombatermesztés kávézaccon

A kék gazdaság-típusú innovációk közül a Pauli (2010) által összegyűjtöttek közül egy olyan újítást választottunk ki, amely Dél-Dunántúlon is releváns alapokon nyugodhat, és emellett a gazdasági modellezés szempontjából is kezelhető, vagyis a meglévő modellezési technikák képesek magukba integrálni az újítást. Így esett a választás a kávézaccon történő gombatermesztésre. Dél-Dunántúlon (főképp Pécs környékén) jelentősnek mondható a gombatermesztés (2009-ben 711 tonna, döntő többsége csiperke). A kék innováció

lényege, hogy a hagyományos gombatermesztéssel szemben táptalajként a kávé lefőzése után fennmaradó kávézaccot használja. Így ehhez az eljáráshoz jelentősen kevesebb inputra van szükség (vegyszer, sterilizáció, energia), mivel a kávézacc a kávé lefőzése után már steril, így nincs szükség további fertőtlenítő műveletekre. Ezen felül egy olyan anyag (a kávézacc), amelyet eddig hulladékként helyeztek el, inputtermékként szolgálhat.

A tanulmányban megvizsgáljuk, hogy milyen hatásai vannak, ha a jelenleg a gomba-termesztésre alkalmazott technológiát teljes egészében lecserélik, és ezentúl a gomba-termesztése kizárólag kávézacccon történik. Azt feltételeztük, hogy egyedül a vendéglátó-helyeken keletkező kávézaccot gyűjtik össze, ugyanis itt keletkezik egyszerre nagyobb mennyiségben. Hosszú távon elképzelhető a munkahelyekről, háztartásoktól történő begyűjtés is, azonban ehhez speciális tároló dobozokra, összegyűjtő rendszerekre van szükség, amely jelenleg nem realizisztikus feltételezés.

Az éttermek és a kávézók a kávézaccot (az üzletmenetet megkönnyítendő) jelenleg is elkülönítve gyűjtik, így feltehetjük, hogy hajlandók ezt ingyen egy potenciális gomba-termesztő részére átadni, mivel az összegyűjtés számukra pluszköltséget nem okoz, ráadásul megkíméli őket a kávézacc hulladékként történő elszállítása esetén fizetendő díjtól. Azonban a kávézacc összegyűjtése jelentős szállítási költségeket von maga után, amelyet a gombatermesztésnél az alapanyagköltségek között figyelembe vettünk.

Az innováció modellbe illesztésének módszertana

A kék gazdaság-típusú innováció hatásvizsgálata kapcsán több problémát kellett áthidalni. Az inputok tekintetében arra kellett módszertani megoldást találni, hogy miképp vehető figyelembe és illeszthető a modellbe egy eddig nem létező, teljes egészében új ágazat technológiája, illetve milyen módon generálhatók ehhez kiinduló inputadatok. Mivel az innováció bevezetésével a termelők egy új technológiát fognak alkalmazni, olyan módszertanra volt szükség, amely képes figyelembe venni a termelési technológia megváltozását is, ezért a kék gazdaság típusú innováció technológiájának vizsgálatához egy, Dél-Dunántúlra becsült input-output táblából indultunk ki. A hatásvizsgálat futtatása a GMR–Europe-modell keretein belül történt. Mivel (amint erre a korábbi fejezetben rámutattunk) e modell csupán egy aggregált ágazatot tartalmaz, így nem képes figyelembe venni az ágazatok közötti összefonódásokat. Ezért az innováció vizsgálata érdekében a regionális SCGE-modellblokkot bővítettük ki oly módon, hogy képesek legyünk követni az innováció ágazatok közötti hatásait is. Ennek az átalakításnak szolgált alapjául a régióra becsült input-output tábla.

A hatásvizsgálat szempontjából a fizikai input-output tábla kiváló kiindulási pontként szolgálna, azonban Magyarországra még nem készült fizikai mértékegységben kifejezett ágazati kapcsolatok mérlege tábla, így a hagyományos monetáris ágazati kapcsolatok mérlege (ÁKM) táblázatot használtuk az innováció hatásainak becslésére. Problémát jelent az is, hogy a KSH csak országos ÁKM-et készít, így az innováció hatásainak vizsgálatához előbb készítenünk kellett egy becslést Dél-Dunántúl ÁKM-jére vonatkozóan.

Az input-output táblák regionalizálásának kiterjedt irodalma van (Kuhar et al. 2009). Az irodalom három típusba sorolja az eljárásokat (Bonfiglio 2005): kérdőíves (*survey*), kérdőíves megkérdezés nélküli (*non-survey*), valamint a *hibrid* módszerek csoportjába. A kérdőíves módszerek során valóban megkérdezik a vizsgált régió vállalatait a termelési

adataikat illetően, majd a kapott adatokból állítják össze a táblát. Az eljárás kétségtelen előnye, hogy jó közelítéssel képes megragadni a régió input-output kapcsolatait, hátránya viszont az, hogy ezek meghatározása egy nagyon költséges és időigényes folyamat. A non-survey módszerek akkor alkalmazhatók, ha semmilyen információ nem érhető el a régió input-output kapcsolatairól, így a teljes táblát becsülni kell. Ezek a módszerek kevés adatot igényelnek, elvégzésük relatíve egyszerű, valamint nem olyan költséges és időigényes, mint a kérdőíves módszerek. Hátrányuk, hogy nem képesek olyan pontos eredményeket produkálni. A hibrid módszerek az előző két csoport előnyeit hivatottak egyesíteni, vagyis a megfelelő mértékű pontosságot, a relatíve alacsony költségekkel. Ehhez azonban arra van szükség, hogy előzetes (esetleg kérdőíves) adatok rendelkezésre álljanak a régió input-output kapcsolatairól. Általában a régió legfontosabb, legnagyobb ágazatait térképezik fel kérdőív segítségével, majd a tábla fennmaradó részeit non-survey módszerrel becslik. Dél-Dunántúl esetében nem álltak rendelkezésre ilyen adatok, így non-survey módszert alkalmaztunk a becslés elvégzéséhez. A tábla regionalizálása két lépcsőben történt. Elsőként az együttható mátrix celláit az LQ-módszer segítségével a regionális termelési sajátosságokhoz igazítottuk, meghatároztuk az interregionális export és import nagyságát, majd a RAS-eljárással biztosítottuk a regionális peremadatokra történő illeszkedést. A módszer részletes leírása a függelékben található.

A következő lépésben megbecsültük a régió gombatermesztésének technológiai hátterét. Így becsült eredményeket kaptunk az adott szintű kibocsátás inputigényére. A regionális gombatermesztés volumenére vonatkozóan a KSH tájékoztatási adatbázisára támaszkodtunk. Ehhez a mennyiséghez szükséges inputok becslése a gombatermesztéshez kapcsolódó szakirodalmi javaslatok alapján történt (Szili 1990, 2008). A becslés során tehát megállapítottuk, hogy adott mennyiségű gomba termesztéséhez milyen mennyiségű és értékű inputokra van szükség a régió egyes ágazataiból. Végül a szükséges inputok mennyiségét a regionális kibocsátás nagyságához igazítottuk. Mivel a gombatermesztés a KSH tábláiban a mezőgazdaság része, így megoldásként azt választottuk, hogy a gombatermesztő szektort leválasztottuk a mezőgazdaságról. Végeredményképp tehát kaptunk egy olyan új input-output táblát, amelyben a gombatermesztés nélkül vett mezőgazdaság mellett új ágazatként a gombatermesztés is szerepel. E két ágazat között természetesen nincs átfedés. A modell futtatása során ez a tábla kerül be az SCGE-blokkba. Az így kapott eredményeket tekintjük az alap forgatókönyvnek.

Az alternatív forgatókönyv a kék gazdaság típusú innováció hatásait tartalmazza. Ebben az esetben az előzőleg megbecsült regionális input-output táblából indultunk ki. A vizsgálat során viszont feltettük, hogy a régió teljes gombatermesztése az új technológiát fogja alkalmazni, így a teljes ágazat átáll az új termesztési módra. Hatáselemzés tehát azt fogja megmutatni, hogy milyen hatások várhatók a kék gazdaság-típusú innovációtól abban az esetben, ha sikerül azt a régió egészében megismertetni és elterjeszteni a gombatermesztők között, akik ezt alkalmazni is fogják. Az új típusú gombatermesztés esetében a szűk keresztmetszetet a régióban maximálisan rendelkezésre álló kávézacc, illetve az egységnyi kávézacccon előállítható gomba mennyisége jelentette. Feltételezésünk szerint a vendéglátóhelyekről begyűjthető kávézacc teljes mennyiségét felhasználja a gombatermesztés ágazata. Így adódott az új technológia alkalmazása mellett az ágazat kibocsátása. A kibocsátás és az ahhoz szükséges inputok becslését követően a hagyományos technológiát tartalmazó input-output tábla gombatermesztés ágazatának adatait

lecseréltük az innovációt leíró becslt adatokra. Ezután ezzel az új táblával futtattuk le a modellt.

Az innovatív gombatermesztés adatainak származtatása

A termesztés technológiájának becsléséhez nagyban támaszkodtunk Szili (1990, 2008, 2012), Chen (2010) és Mushworld (2005) gombatermesztéssel foglalkozó munkáira. A hagyományos gombatermesztés a következő szakaszokból áll: csírázás, átszövetés, lappangás, termőre fordítás. A hagyományos gombatermesztés speciális táptalajon történik. Ez a talaj főképp komposztból, illetve homokból és tőzezből áll. Ennek a talajnak az összetevőktől függően van egy adott költsége, azonban nem számítunk fel további költséget a talaj szállításáért. A hagyományos gombatermesztés nem igényel különösebb megvilágítást, azonban a gomba érzékeny a hőmérséklet és páratartalom változásaira, így az egyes fejlődési szakaszokban ügyelni kell a megfelelő feltételek biztosítására. Az áttekintett irodalom, szakértők telefonos megkérdezése és online források alapján megbecsültük a táptalaj egységére (100 kg) jutó inputigényeket és azok költségeit. Majd az így kapott adatokból származtattuk a dél-dunántúli gombatermesztéshez (711 tonna/év) tartozó inputokat, amelyeket aztán az ÁKM gombaágazatának összeállításához használtunk fel. A hagyományos gombatermesztés főbb költségelemei a következők: komposzt, homok, tőzeg, víz, energia, vegyi anyag, műanyag (csomagolás), munkaerő, állótoke (pincebérlet).

A gombatermesztés technológiájából eredően egy adag táptalaj letermése eltart 4 hónapig. Így egy adag táptalaj összesen 4 hónapig van használatban. Vagyis feltételezve, hogy minden hónapban azonos mennyiségű új táptalaj kerül a termelésbe, az adott havi új táptalaj mennyiségéhez tartozó termőterület négyszerese van használatban. A terület feltételezésünk szerint pince, amely nem a termelő tulajdonában van, így bérleti költséget számolunk fel utána, amelyet területegységre vonatkoztattunk. A fűtés, a víz, a vegyszerek, a csomagolás, a világítás költségeinek kiszámítása hasonló elvek mentén történt.

A kék gazdasági innovációban a táptalaj szerepét a kávézacc veszi át, amely nem rendelkezik árral, ingyenesen áll rendelkezésre, azonban annak összegyűjtése költséggel jár, amelyet úgy származtattunk, hogy a gombatermesztést Pécs közelében helyeztük el, majd feltételeztük, hogy a zaccképződés földrajzi értelemben a népességgel arányosan alakul. Természetesen nem lehet figyelembe venni minden kis települést, így azzal az egyszerűsítéssel éltünk, hogy a zacc Pécsen, Kaposváron és Szekszárdon képződik a népességgel arányos módon. A begyűjtés költsége pedig függ a zacc mennyiségétől, valamint a városok távolságától. Ennek költségét a következőképpen becsültük meg:

$$Sz = \sum (T_i * N_i) * F * \ddot{U} * \acute{A} + B,$$

ahol Sz 100 kg zacc szállítási költsége, T_i az adott város távolsága, N_i az adott város népességének aránya, F a km-re vetített üzemanyag-fogyasztás, míg \ddot{U} az üzemanyag ára, \acute{A} az árrés és az egyéb költségek, B pedig a szállításhoz köthető munkabér.

A zaccalapú termesztés esetén tehát nincs szükség sterilizálásra és a táptalaj előzetes vegyszeres kezelésére. A gombatermesztés költségei közé tartozik a gombacsíra beszerzése, a gomba növekedési szakaszainak megfelelő mennyiségű fény (világítás), a megfelelő hőmérséklet (fűtés, klimatizálás), a páratartalom és a vízellátás biztosítása. Ezek

esetében kiszámítottuk a táptalaj egységére (100 kg) jutó inputigények költségeit, majd egyszerű szorzással a költségeket a dél-dunántúli zacc mennyiségéhez igazítottuk. A munkaerőköltség esetén feltételeztük, hogy egy munkás adott idő alatt adott méretű termőterületet képes ellátni, majd az ebből számított termőterületre eső munkaerőköltséggel számoltunk a továbbiakban. A hozamot illetően elmondható, hogy a hagyományos táptalajon történő termesztés esetén a többszöri betakarítást követően 20-40%-os hozam érhető el. Ez azt jelenti, hogy a 100 kg táptalajból 20-40 kg friss gomba termeszthető. Azonban a kávézaccon való termesztés esetében a hozam esetenként eléri az 50-60%-ot is.

1. táblázat

Technológiai együtthatók a hagyományos és a kék gazdaság-típusú gombatermesztés esetében

| Szektor | I-O együtthatók | |
|---|-----------------|------------|
| | hagyományos | kék típusú |
| Mezőgazdaság, erdőgazdálkodás, halászat | 0,200 | 0,056 |
| Bányászat, kőfejtés | 0,054 | 0,000 |
| Élelmiszer, ital, dohánytermék gyártása | 0,000 | 0,000 |
| Textília, ruházat, bőr és bőrtermék gyártása | 0,000 | 0,000 |
| Fafeldolgozás, papírtermék gyártása, nyomdai tevékenység | 0,000 | 0,000 |
| Vegyai anyag, termék gyártása; Gyógyszergyártás, kocszgyártás | 0,019 | 0,000 |
| Gumi-, műanyag és nem fém ásványi termék gyártása | 0,111 | 0,046 |
| Fémalapanyag és fémfeldolgozási termék gyártása | 0,000 | 0,000 |
| Gépipar | 0,000 | 0,000 |
| Egyéb feldolgozóipar; ipari gép, berendezés üzembe helyezése, javítása | 0,000 | 0,000 |
| Villamosenergia-, gáz-, gőzellátás, légkondicionálás | 0,073 | 0,118 |
| Vízellátás | 0,001 | 0,001 |
| Építőipar | 0,000 | 0,000 |
| Kereskedelem, gépjárműjavítás; Szállítás, raktározás; Szálláshely-szolgáltatás, vendéglátás | 0,000 | 0,099 |
| Információ, kommunikáció | 0,000 | 0,000 |
| Pénzügyi, biztosítási tevékenység | 0,000 | 0,000 |
| Ingatlanügyletek | 0,000 | 0,000 |
| Szakmai, tudományos, műszaki tevékenység; Adminisztratív és szolgáltatást támogató tevékenység | 0,000 | 0,000 |
| Közigazgatás, védelem; Kötelező társadalombiztosítás; Oktatás; Humán-egészségügyi, szociális ellátás | 0,000 | 0,000 |
| Művészet, szórakoztatás, szabadidő; Egyéb szolgáltatás; Egyéb tevékenység | 0,000 | 0,000 |
| Gomba | 0,000 | 0,000 |
| Szennyvíz gyűjtése, kezelése, hulladékgazdálkodás, szennyeződésmosmentesítés | 0,000 | 0,000 |

A két gombatermesztés technológiai együtthatói az 1. táblázatban láthatók. Az eltérések a különböző technológiákból erednek. Például a hagyományos gombatermesztés magasabb mezőgazdasági együtthatóval rendelkezik, mert a gombacsíra mellett komposztot is felhasznál. A bányászat kibocsátásából a kék innováció nem használ fel inputot, viszont a hagyományos termesztés igen (homok és tőzeg). Az is látható, hogy csak a hagyományos termelés esetében kell vegyszereket alkalmazni, valamint az eltérő ter-

mesztési eljárások miatt látható, hogy a zaccalapú termesztés magasabb igényeket támaszt az energia iránt (főképp a világítás miatt). A vízfelhasználás nem jelentős és nagyjából egyenlő a két esetben. A zacc szállítása miatt a kék innováció a kereskedelmi szektort is inputként hasznosítja. Dél-Dunántúlon összesen körülbelül 214 000 tonna zacc képződik a vendéglátóhelyeken, amely felhasználható gombatermesztésre.

Eredmények

Mivel a vizsgált szektor Dél-Dunántúl termelésének meglehetősen kis hányadát képezi, ezért az eredmények is várhatóan kis volumenűek lesznek. Vizsgáljuk meg elsőként, hogy miként alakul a kibocsátás változása szektoronként az első évben! Ezeket az eredményeket tartalmazza az 2. táblázat.

2. táblázat

A kék gazdaság-típusú gombatermesztés bevezetésének várható szektorális hatásai

| Szektor | Bruttó kibocsátás (X) | | |
|--|-----------------------------------|-------------------------------------|------------------------|
| | kiindulási (<i>baseline</i>) | előrejelzett (<i>scenario</i>) | százalékos változás |
| | érték, millió forint | | |
| Mezőgazdaság, erdőgazdálkodás, halászat | 549 076 | 548 929 | -0,0267 |
| Bányászat, kőfejtés | 12 154 | 12 108 | -0,3773 |
| Élelmiszer, ital, dohánytermék gyártása | 153 324 | 153 323 | -0,0004 |
| Textília, ruházat, bőr és bőrtermék gyártása | 50 710 | 50 709 | -0,0015 |
| Fafeldolgozás, papírtermék gyártása, nyomdai tevékenység | 24 839 | 24 839 | -0,0005 |
| Vegyipar, termék gyártása; Gyógyszergyártás, kokszyártás | 252 638 | 252 610 | -0,0111 |
| Gumi-, műanyag és nem fém ásványi termék gyártása | 64 321 | 64 295 | -0,0409 |
| Fémalapanyag és fémfeldolgozási termék gyártása | 66 936 | 66 935 | -0,0019 |
| Gépipar | 184 489 | 184 490 | 0,0001 |
| Egyéb feldolgozóipar; ipari gép, berendezés üzembe helyezése, javítása | 4 821 | 4 821 | -0,0001 |
| Villamosenergia-, gáz-, gőzellátás, légkondicionálás | 223 899 | 223 947 | 0,0213 |
| Vízellátás | 7 800 | 7 800 | -0,0049 |
| Építőipar | 414 626 | 414 628 | 0,0004 |
| Kereskedelem, gépjárműjavítás; Szállítás, raktározás; Szálláshely-szolgáltatás, vendéglátás | 1 054 307 | 1 054 390 | 0,0079 |
| Információ, kommunikáció | 133 623 | 133 624 | 0,0008 |
| Pénzügyi, biztosítási tevékenység | 151 926 | 151 927 | 0,0005 |
| Ingyatlanügyletek | 449 392 | 449 401 | 0,0019 |
| Szakmai, tudományos, műszaki tevékenység; Adminisztratív és szolgáltatást támogató tevékenység | 288 944 | 288 947 | 0,0011 |
| Közigazgatás, védelem; Kötelező társadalombiztosítás, Oktatás; Humán-egészségügyi, szociális ellátás | 1 250 779 | 1 250 770 | -0,0007 |
| Művészet, szórakoztatás, szabadidő; Egyéb szolgáltatás; Egyéb tevékenység | 181 508 | 181 508 | 0,0004 |
| Gomba | 0,738 | 0,817 | 10,8212 |
| Szennyvíz gyűjtése, kezelése, hulladékgazdálkodás, szennyeződés mentesítés | 21 148 | 21 148 | -0,0026 |

A legszembetűnőbb eredmény a gombatermelő szektor kibocsátásának közel 11%-os emelkedése. Ez a növekedés annak köszönhető, hogy a technológiai újítás következtében csökkent a gombatermelés költsége, ugyanis az egyik alapanyag (kávézacc) ingyen a termelők rendelkezésére áll. A csökkenő költség következtében a vállalatok alacsonyabb áron tudnak értékesíteni, ami megnöveli a gomba iránti keresletet. További logikus eredmény, hogy a hulladékfeldolgozást végző szektor kibocsátása ugyan kismértékben, de csökkent. Ez az alacsonyabb mennyiségű hulladékként kezelt kávézaccnak köszönhető, azonban a kávézacc az összes hulladéknak csak egy alacsony részét jelenti, ezért a keletkezett hulladék mennyisége is csak kismértékben csökken. Azonban a szállítást tartalmazó szektor kibocsátása emelkedett, ami mögött a kávézacc összegyűjtésének nagyobb szállítási igénye jelenik meg. Ugyanis a kávézaccot több helyről, egyenként viszonylag kis adagokban kell összegyűjteni, ami magasabb szállítási igényt jelent. További meglepő eredmény, hogy a villamosenergia-termelés is emelkedik. Emögött valószínűsíthetően közvetlen és közvetett hatások is meghúzódnak. Közvetlen hatás, hogy a gombatermelő szektornak viszonylag magas az igénye e szektor termékei iránt, ugyanis a gombatermesztés során nagyon fontos szerepet játszik a megfelelő páratartalom és hőmérséklet. A megemelkedett gombatermelés így magasabb keresletet támaszt a villamosenergia-termelés, légkondicionálás iránt. Továbbá valószínűsíthető, hogy a magasabb szállítás iránti igény szintén növeli az energia iránti igényt.

A mezőgazdaságot tartalmazó szektor kibocsátása némiképp csökkent, ami annak a következménye, hogy a korábban ebből a szektorból származó alapanyagot (komposzt) a gombatermesztés során kávézaccal helyettesítik. Érdekes még megjegyezni, hogy csökkent a vegyi anyagok kibocsátása is, aminek oka lehet, hogy a kávézaccon történő termesztés során nincs szükség a táptalaj további kezelésére, ugyanis az már eleve steril. A foglalkoztatási adatokat megvizsgálva szintén hasonló eredményeket kapunk, néhány szektorban (villamosenergia-termelés, szállítás, gombatermelés) emelkedett a foglalkoztatás, míg máshol csökkent. Azonban itt fontos megjegyezni, hogy a modell nem veszi figyelembe a munkanélküliséget, egy periódusban a munkakínálat rögzített, tehát az egyik szektorban megfigyelhető foglalkoztatásbővülés csak egy másik szektor rovására történhet. Hosszabb távon azonban a migráció révén változhat a régió munkaerőkínálata, amennyiben a bérek jelentősen eltérnek a többi régióban megfigyelhetőtől. Vizsgáljuk meg, hogy hogyan alakulnak a bérek a dél-dunántúli régióban a szimulációs periódus alatt! A munkabér rögtön az első évben kismértékben megemelkedik, majd ezt az emelkedést nagyjából tartja a szimulációs periódus alatt. A háttérben a gombaszektor megnövekedett munkaerő iránti kereslete állhat, azonban a szektor kis méretéből fakadóan ennek nincs kiemelkedően nagy hatása a bérekre. A béremelkedés mértéke túlságosan alacsony ahhoz, hogy jelentős bevándorlást indítson meg a régióba, így a munkaerő kínálata a szimuláció során nem változik a régióban.

Összegzés

A tanulmányban bemutattunk egy olyan modellt, amely alkalmas környezetbarát innovációk hatásainak az elemzésére. A vizsgált innovációk fő tulajdonsága, hogy korábban nem használt, hulladékként kezelt terméket alapanyagként visszavezetnek a gazdasági folyamatokba. Ezáltal egyrészt csökken a hulladék kibocsátása, másrészt csökken a

gazdaság alapanyagok iránti igénye is. Annak érdekében, hogy ilyen típusú innováció hatásait elemezni tudjuk, többszektoros általános egyensúlyi modellt alkalmaztunk, amely képes figyelembe venni a szektorok közötti megváltozott kapcsolatot. Továbbá az ilyen innovációk esetén gyakran nem gazdaságos, vagy nem kivitelezhető az alapanyagok nagy távolságokra történő szállítása, így csak a földrajzilag közeli régiók hasznosíthatják az újdonsült alapanyagot. Ebből kifolyólag a tér szintén fontos szerepet játszik a modellezésben. Ezért az elemzés során a GMR–Európa-modellt alkalmaztuk, amelyben a földrajzi szempont központi szerepet tölt be. A GMR-modell SCGE-blokkját fejlesztettük tovább oly módon, hogy az képes legyen ezen innovációk hatásait értékelni. Végül egy konkrét példán keresztül megvizsgáltuk a modell működését. Elemeztük, hogy milyen hatásai lennének, ha Dél-Dunántúlon a jelenlegi technológia helyett kávézaccot használnának táptalajként az étkezési gomba termesztése során. A vizsgált terület meglehetősen kisméretű, a gombatermelés a teljes kibocsátásnak mindössze 0,01 százalékát teszi ki. Ennek ellenére tapasztalhatunk szignifikáns hatásokat, elsősorban a szektorok közötti kapcsolatok megváltozásából kifolyólag.

IRODALOM

- Barata, E. (2002): *Solid waste generation and management in Portugal: An environmental input-output modelling approach* Paper prepared for the 7th Biennial Conference of the International Society for Ecological Economics, “Environment and Development: Globalisation & the Challenges for Local & International Governance”, Sousse (Tunisia), 6–9 March
- Baumgärtner, S. (2004): Price ambivalence of secondary resources: joint production, limits to substitution, and costly disposal *Resources, Conservation and Recycling* 43 (1): 95–117.
- Bonfiglio, A. (2005): *A Sensitivity Analysis of the Impact of CAP Reform. Alternative Methods of Constructing Regional Input-Output Tables* PHD Studies, No. 1. Ancona. <http://associazionebartola.univpm.it/publicazioni/phdstudies/phdstudies1.pdf> (letöltve: 2013. június)
- Chen, A. (2000): Cultivation of Lentinula Edodes on synthetic logs *Mushroom Growers' Newsletter* 10 (4): 3–9.
- Flegg, T. – Webber, C. (1996): Using location quotients to estimate regional input-output coefficients and multipliers *Local Economy Quarterly* 4 (1): 58–86.
- Flegg, A. – Thomo T. (2011): *Regional Input-Output Tables and the FLQ Formula: A Case Study of Finland* ERSA conference paper, no. ersa11p334
- Isserman, A. (1980): Estimating Export Activity in a Regional Economy: A Theoretical and Empirical Analysis of Alternative Methods, *International Regional Science Review* 5 (2): 155–184.
- Járosi P. – Koike, A. – Thissen, M. – Varga A. (2010) Regionális fejlesztéspolitikai hatáselemzés térbeli számszerűsített egyensúlyi modellel. *Közgazdasági Szemle* 57 (2): 165–180.
- Jensen R.C. – Mandeville T.D. – Karunarante N.D. (1979): *Regional Economic Planning: Generation of Regional Input-Output Analysis* Croom Helm, London.
- Kuhar, A. – Kuhar, A. G. – Erjave, E. – Kozar, M. – Cör, T. (2009): *Regionalisation of the Social Accounting Matrix - Methodological review* Common Agricultural Policy Regional Impact – The Rural Development Dimension Collaborative project - Small to medium-scale focused research project under the Seventh Framework Programme Project No.: 226195
- Lahrm M. L. (1993): A Review of Literature Supporting the Hybrid Approach to Constructing Regional Input - Output Models. *Economic Systems Research* 5 (3): 277–293.
- Miyata, Y. (1995): A General Equilibrium Analysis of the Waste-Economic System – A CGE modeling approach *Infrastructure Planning Review* 8 (12): 259–270
- Morrison, W. – Smith, P. (1974): Nonsurvey input-output techniques at the small area level, *Journal of Regional Science* 14 (1): 1–14.
- Mushworld (2005): *Mushroom Growers' Handbook: Shiitake Cultivation* Mushworld, Korea

- Pauli, G (2010): *The blue economy – 10 years, 100 innovations, 100 million jobs* Report to the Club of Rome, Paradigm Publications, Taos, New Mexico.
- Pigozzi, B. – Hinojosa, R. (2006): Regional Input-Output Inverse Coefficients Adjusted from National Tables *Growth & Change* 16 (1): 8–12.
- Ratto, M. – Roeger, W. – Veld, J. (2009): QUEST III: An estimated open-economy DSGE model of the euro area with fiscal and monetary policy *Economic Modelling* 26 (1): 222–233.
- Schaffer, W. – Chu, K. (1969): Non-survey techniques for constructing regional interindustry models *Papers and Proceedings of the Regional Science Association* 23 (1): 83–101.
- Speck, S. (1997): A neo-austrian five process model with resource extraction and pollution abatement *Ecological Economics* 21 (2): 91–103.
- Stone R. – Brown, J.A.C. (1962): A long-term growth model for the British economy In: Geary, R.C. (ed.) *Europe's future in figures* North-Holland, Amsterdam.
- Stone, R. (1961): *Input-output and national accounts* Organisation for European Economic Co-operation. Paris.
- Szili, I. (1990): *A csiperke és más gombafajok háztáji termesztése* Mezőgazdasági Kiadó Kft., Budapest
- Szili, I. (2008): *Gombatermesztők kézikönyve* Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Szili, I. (2012): *Zsákos (blokkos) shiitake-termesztés* kézirat, Budapest.
- Varga A. – Törmä H. (2010) *The extended GMR modeling system. Study on the impact of the Single Market on Cohesion: Implications for Cohesion Policy, Growth and Competitiveness*. European Commission, DG Regio project, Methodology Report.
- Varga, A. – Schalk, H. – Koike, A. – Járosi, P. – Tavasszy, L. (2008): *Integrating the effects of geography into EU Cohesion Policy impact modeling: The GMR-approach*. Paper presented at the modeling workshop of the German Section of the European Regional Science Association, University of Kiel.
- Varga, A. – Járosi, P. – Sebestyén, T. (2009) *Geographic Macro and Regional Model for EU Policy Impact Analysis of Intangible Assets and Growth* Working Paper IAREG WP5/20.
- Varga, A. – Járosi, P. – Sebestyén, T. (2013): A GMR–Európa-modell és alkalmazása EU kohéziós politikai reformok előzetes hatásvizsgálata során. *Sigma* (megjelenés előtt)
- Varga, A. – Pontikakis, D. – Chorafakis, G. (2013) Metropolitan Edison and cosmopolitan Pasteur? Agglomeration and interregional research network effects on European R&D productivity *Journal of Economic Geography* (forthcoming).

Kulcsszavak: GMR-modell, kék gazdaság, számítható általános egyensúlyi modellek, TFP, innováció.

Resume

The present paper introduces and applies a new model-system, which is suitable for analysing impacts of blue economy-type innovations. Professional literature contribution covers three aspects. First a multi-sectoral calculated general equilibrium (CGE) model was created, which can show the economic effect of the use of recycled waste. Secondly, an empirical methodology was worked out, by which blue economy type new technologies can be concretely shown in regional input-output tables. Since blue innovations are largely based on local inputs, they have primarily local impacts. Furthermore, however, the interregional rippling of local effects may have importance partly because of the indirectly changed trade among regions, and partly because of the induced migration. Therefore we employed a model frame, which is capable of sensing complex spatial processes. The selected model frame is the GMR-Europe model, which has already been elaborated, and frequently used for other purposes. Perhaps the most popular blue economy-type innovation is the one, when edible mushroom is grown on coffee grounds. We make an estimation of effects of this innovation to the Southern Transdanubia region by this model.

Függelék

A vállalat tőke- és munkakeresleti függvényeinek levezetése

A Leontief-típusú termelési technológia következtében optimális esetben a vállalat által felhasznált alapanyagokra és egyéb erőforrásokra igaz a következő összefüggés:

$$x_i = \frac{X_{1i}}{a_{1i}} = \frac{X_{2i}}{a_{2i}} = \dots = \frac{X_{ni}}{a_{ni}} = \frac{X_{wi}}{a_{wi}} = \frac{RUWW_i}{ruww_i} = \frac{RUWD_i}{\tau_i} = \frac{A_i L_i^{\alpha_i} K_i^{1-\alpha_i}}{b_i},$$

azaz a vállalat egyik erőforrásból sem vesz többet, mint amennyi a kívánt termékmennyiség előállításához feltétlenül szükséges. Mivel az alapanyagok nem helyettesítik egymást, azok felhasználási szerkezete a vállalat számára külső adottság, az elérni kívánt kibocsátási szint egyértelműen meghatározza, hogy melyik alapanyagból mennyire van szükség. Kivételt képez ez alól a hulladékszolgáltatás iránti igény, ugyanis az nagymértékben függ attól, hogy mennyi hulladékot hasznosítanak újra a termelés során, azonban ez nem a vállalat döntési tényezője, a vállalat szempontjából ez exogén adottság.

Helyettesítésre egyedül a hozzáadott érték esetén a tőke-munka felhasználás tekintetében van lehetőség. Az elérni kívánt kibocsátási szint egyértelműen meghatározza a hozzáadott érték nagyságát, azonban hogy ezt milyen tényezőkombinációval éri el a vállalat, az az egyes tényezők költségén múlik. Tehát a vállalat célja, hogy az elérni kívánt kibocsátási szinthez úgy határozza meg a felhasznált tőke, munka kombinációját, hogy a tényezők költsége minimális legyen. Ez a következő szélsőérték feladat megoldását jelenti:

$\min \rightarrow (p_L \cdot L_i + p_K \cdot K_i)$, feltéve, hogy

$$x_i = \frac{A_i L_i^{\alpha_i} K_i^{1-\alpha_i}}{b_i}.$$

Ebből kifejezhető a felhasznált munka mennyisége, azaz

$$L_i = \left(\frac{b_i x_i}{A_i K_i^{1-\alpha_i}} \right)^{\frac{1}{\alpha_i}}.$$

Ezt visszahelyettesítve a költségfüggvénybe a következőt kapjuk:

$$p_L \cdot \left(\frac{b_i x_i}{A_i K_i^{1-\alpha_i}} \right)^{\frac{1}{\alpha_i}} + p_K \cdot K_i.$$

A minimum elsőrendű feltétele, hogy a fenti kifejezés K_i szerinti deriváltja megegyezzen nullával, azaz:

$$-\frac{1-\alpha_i}{\alpha_i} \cdot p_L \cdot \left(\frac{b_i x_i}{A_i} \right)^{\frac{1}{\alpha_i}} K_i^{-\frac{1}{\alpha_i}} + p_K = 0.$$

Ezt átrendezve megkapjuk az i -edik vállalat tőke keresleti függvényét:

$$K_i = \left(\frac{(1-\alpha_i)}{\alpha_i} \cdot \frac{p_L}{p_K} \right)^{\alpha_i} \cdot \frac{x_i}{A_i}.$$

A munkakeresleti függvény hasonló módon adódik:

$$L_i = \left(\frac{\alpha_i}{1 - \alpha_i} \cdot \frac{p_K}{p_L} \right)^{1 - \alpha_i} \cdot \frac{x_i}{A_i}.$$

A regionális input-output táblák becslése

Az LQ-módszer

Az egyszerű hányados (*Simple Location Quotient, SLQ*) értéke megmutatja, hogy a régió és az ország egymáshoz viszonyítva milyen mértékben specializált egy adott szektorban való termelésre. Ha a hányados 1-nél kisebb, akkor a régió kevésbé specializált az adott szektorban való termelésben. Így a régió nem képes ellátni saját szükségleteit az adott szektor piacán, vagyis importra szorul. Ekkor az adott szektor sorában lévő inputegyütthatók cellái LQ_i értékével szorzandó meg. Ezzel elérhető, hogy az adott szektor termékéből a régió importáljon ($1 - LQ$ hányadot). Ha azonban a hányados nagyobb 1-nél, akkor a régió képes kielégíteni saját szükségleteit és még exportálhat is. Ebben az esetben az eredeti együtthatók meghagyhatók a tábla sorában (Schaffer–Chu 1969).

$$a_{ij}^r = \begin{cases} a_{ij}^N LQ_i, & \text{ha } LQ_i < 1 \\ a_{ij}^N, & \text{ha } LQ_i \geq 1 \end{cases}$$

$$m_{ij}^r = \begin{cases} t_{ij}^N (1 - LQ_i), & \text{ha } LQ_i < 1 \\ 0, & \text{ha } LQ_i \geq 1 \end{cases}$$

$$SLQ_i = \frac{X_i^r}{\frac{X_i^n}{X^n}},$$

ahol X_i^r a régió i ágazatának kibocsátása, X_r a régió teljes kibocsátása, X_i^n i ágazat országos kibocsátása, míg X_n a teljes országos kibocsátás, m_{ij}^r pedig az importmátrixot jelöli. Látható, hogy ebben a módszerben az import maradéktagként kerül meghatározásra.

Az SLQ -mutatóban csak az értékesítő szektorok regionális és országos szintű részarányai kerülnek összehasonlításra, így a vizsgálatból kimarad a kibocsátó és felhasználó szektorok relatív méretének vizsgálata. Ennek azonban alapvető befolyása van a régió importjának alakulására, mivel, ha egy adott i - j szektorkombinációban a vásárló j szektor sokkal nagyobb, mint az értékesítő i szektor, akkor nagyobb valószínűséggel kell az ágazatnak importból fedeznie az adott input egy részét. A $CILQ$ -mutató ezt a hiányosságot hivatott pótolni (Morrison és Smith 1974). A mutató a számlálóban a regionális és nemzeti értékesítő ágazatok méretét hasonlítja össze, míg a nevezőben a vásárló ágazatok méretét. Így a mutató megengedi, hogy az importarány soronként eltérő legyen, amely az SLQ egyik legnagyobb gyengesége volt. Ebben az értelemben, ha régiós szinten az eladói szektor (országoshoz viszonyított aránya) kisebb, mint a vásárlói szektor (országoshoz viszonyított aránya), akkor feltételezés szerint az adott vásárló szektor bizonyos mennyiségű ($1 - CILQ$ arányú) importra szorul.

$$CILQ_{ij} = \frac{\frac{X_i^r}{X_j^r}}{\frac{X_i^n}{X_j^n}} = \frac{SLQ_i}{SLQ_j}.$$

A $CILQ$ -mutató hátrányai közé tartozik, hogy nem veszi figyelembe a régió méretét, mivel a számlálóban és a nevezőben egyaránt a regionális és az országos szint hányadosa áll, vagyis a teljes törtben elvész a régió és az ország egymáshoz viszonyított nagysága. Emellett az egyes szektoroknak a régió teljes kibocsátásában való részesedését sem veszi figyelembe a mutató, így a mutató az erősen specializált régiók esetében nem vezet jó eredményre. Végül pedig a $CILQ_{ii}$, tehát az input-output tábla főátlójának elemeit szorzó tényezők minden esetben egységnyiek, vagyis feltételezés szerint minden szektor képes a saját termeléséből fedezni a szükségleteit, függetlenül attól, hogy mekkora az adott szektor kibocsátása. Az ebből eredő becslési tévedések kivédésére Schaffer és Chu (1969) az input-output tábla diagonális elemeinek becslésekor a SLQ -mutatóval helyettesítették a $CILQ$ -mutatót.

A $CILQ$ -mutató hiányosságait hivatott kijavítani a Flegg-féle LQ -módszer (Flegg és Webber 1996), az FLQ , amely képes figyelembe venni a régió országos szinthez viszonyított méretét, a régió belüli ágazatok egymáshoz viszonyított arányát, valamint a specializáció mértékét is.

$$FLQ_{ij} = \frac{\frac{X_i^r}{X_j^r}}{\frac{X_i^n}{X_j^n}} \lambda^* = CILQ_{ij} \lambda^*,$$

ahol X_i az adott indexeknek megfelelő ágazati kibocsátást jelöli. Ez a mutató valójában a $CILQ$ -hányadosból indul ki, illetve annak értékét módosítja λ^* -val, aszerint, hogy a regionális és az országos kibocsátás hogyan aránylik egymáshoz. Vagyis a mutató magába foglalja a régió és az országos szint egymáshoz viszonyított arányát is, ezt hivatott képviselni λ^* .

$$\lambda^* = \left[\log_2 \left(1 + \frac{X^r}{X^n} \right) \right]^\delta.$$

A logaritmus alak, valamint a 0 és 1 közé eső kitevő miatt a λ^* tényező értéke úgy alakul, hogy ha a régió és az országos adat között nagy az eltérés, akkor λ^* markánsabban fogja módosítani $CILQ$ értékét, míg ha a régió és az ország között a különbség kisebb, akkor λ^* is kisebb mértékben befolyásolja a mutató értékét. Ahol a δ a λ^* függvény alakját befolyásoló paraméter, amelynek értékét növelve a függvény egyre közelebb kerül a lineáris alakhoz.

A RAS- (Row Adjusting Method) módszer

Az eljárást Stone (1961) és Stone és Brown (1962) fejlesztette ki. Maga a RAS -eljárás eredetileg azt a célt szolgálta, hogy egy bázis időszaki input-output táblát időben frissíteni lehessen, vagyis a statisztikai hivatal által publikált két input-output tábla elkészítése

közötti években is lehessen friss és megbízható input-output adatokat használni. Az eljárás lényege tehát, hogy egy adott mátrixot (szerkezetét megőrizve) ráillessze a megadott sor és oszlop szerinti összegekre. Pigozzi és Hinojosa (1985) három különböző alkalmazási módot különböztetett meg: *Updating* – időbeli frissítés, *exchanging* – egy másik régió input-output táblája alapján készít becslést, *disaggregation* – országos szintű táblából regionális szintű tábla készítése.

A módszer tehát egy kezdeti (általában országos) input-output táblából (A^0) indul ki, majd egy új regionális (vagy egy időben frissebb országos) tábla (A^1) becslését végzi el. A legegyszerűbb esetben a becsléshez csupán a becsléni kívánt tábla keretére, vagyis a közbelső felhasználás és kibocsátás (esetleg a bruttó kibocsátás) vektoraira van szükség.

A RAS-módszer iteratív módon végzi el a becsléni kívánt mátrix generálását. Első lépésben feltételezi, hogy a régió együttthatói egyenlők a kiindulási táblával ($A^0=A^1$), így a kiinduló termelő felhasználás mátrix (Z^0) úgy származtatható, hogy ezt az együtttható mátrixot beszorozzuk a rendelkezésre álló regionális kibocsátással.

$$Z^0 = A^0 \hat{x}^1.$$

Ekkor Z^0 az első becslés, ahol \hat{x}^1 olyan diagonális mátrix, amely a főátlóban az ágazati kibocsátásokat tartalmazza (így a két $n \times n$ -es mátrix szorzata szintén $n \times n$ formájú lesz). Z^1 sor szerinti összegeit össze kell vetni a tényleges értékekkel. Ehhez a következő hányadost kell képezni:

$$r_i^1 = \frac{z_i^r}{\sum_j z_{ij}^{r1}},$$

amelyben a megfigyelt adatot (számláló) viszonyítjuk a becslült adathoz (nevező). Ha $r_i^1 < 1$, akkor az i ágazat sorában a becslült adatok nagyobbak, mint amekkorának lenniük kellene és fordítva. Így ha az r_i^1 értékekkel az A^0 mátrixot (elemenként) beszorozva kapható egy új, A mátrix, amelyet a kibocsátások vektorával szorozva kapható az új bruttó kibocsátás mátrix.

$$A^1 = \hat{r}^1 A^0,$$

$$Z^1 = A^1 \hat{x}^1.$$

Ez a mátrix tehát a sorok szerint már a regionális kibocsátásokhoz van igazítva, viszont az oszlopok szerint még nem teljesül az összegek egyezése. Így az oszlop szerinti összegeket is arányosítani kell a regionális adatokhoz. Ez a korábbiakhoz hasonló módon egy arányszámmal történik:

$$s_j^1 = \frac{z_j^r}{\sum_i z_{ij}^{r1}},$$

Ha $s_j^1 < 1$, akkor a j ágazat oszlopában becslült elemek nagyobbak, mint lenniük kellene, így s_j^1 értékekkel újra korrigálni kell a mátrixot.

$$A^2 = A^1 \hat{s}^1,$$

$$Z = \hat{r}^1 \hat{A} \hat{s}^1.$$

Ezt az eljárást addig kell ismételni, míg a bruttó táblában az eltérés a tényleges és a becsült oszlop és sor szerinti összegadatok között kielégítően alacsony nem lesz.

Dél-Dunántúl ÁKM-jének becslése

Tanulmányunkban az ÁKM-becslés során egy hibrid módszert alkalmazunk. A hibrid módszerek alapvető célja az, hogy pontosabbá tegyék a regionális input-output táblák becslését. Az irodalomban több ismert példa is található (Jensen et al. 1979, GRIT, Johns–Leat 1987, The Aderbeen, Mattas et al. 2006, REAPBALK). Ezek a módszerek több lépésben hajtják végre a regionalizálást. Minden esetben előzetesen módosítják a cél-lák értékét non-survey módszerrel (SLQ, CILG, FLQ...), majd külső adatok beillesztésével teszik pontosabbá a táblát. Majd a végső lépésben a RAS-módszer segítségével illesztik a táblát a meglévő peremadatokhoz. Lahrm (1993) szintén a több módszer kombinálását javasolja, véleménye szerint ugyanis a RAS csak kiegészítője lehet az LQ-módszereknek, mivel nincs mögötte elméleti megalapozás, csupán egy mechanikus módszer.

Fentiek alapján Dél-Dunántúl esetében az FLQ- és a RAS-módszerek kombinációját alkalmaztuk. A módszerek közötti választás főképp a szakirodalmi empirikus eredményeken alapult. A módszerek megítélését és a becslések pontosságát illetően az irodalom nem foglal egyértelmű álláspontot. Azonban a legtöbb esetben *location quotient* módszerek közül az FLQ-módszer bizonyult a legeredményesebbnek, így a becslést ezzel a módszerrel végeztük el.

Az országos ÁKM becsléséhez tehát az *FLQ*-, az *SLQ*-, végül pedig a *RAS*-módszert alkalmaztuk. Az *FLQ*-módszert az ÁKM együttthatós formájának belső négyzetének (szervezet \times szervezet) regionalizálására használtuk fel. Az *FLQ*-módszer esetében cél-lánként végezhető el a művelet. Ha egy cella esetében az *FLQ* értéke nagyobb, mint 1, akkor feltételezés szerint a regionális együtttható megegyezik az országgal, ha azonban *FLQ* kisebb, mint 1, akkor az adott a_{ij}^R regionális együtttható a következő módon adódik:

$$a_{ij}^R = a_{ij}^N FLQ_{ij}.$$

A diagonális elemek esetében a *FLQ*-mutatót az *SLQ*-val helyettesítettük, mivel ekkor az input és output ágazat megegyezik, így az *FLQ*-mutató értéke $1 \cdot \lambda^*$. A végső fogyasztás elemei esetében azonban nem alkalmazható az *FLQ*-módszer, mivel ez a blokk *ágazat* \times *végső felhasználás* szerkezetű. Így ebben az esetben az *SLQ* segítségével végezhető el a regionalizálás. A regionalizálás ebben az esetben a háztartások fogyasztása, a kormányzati fogyasztás és beruházás oszlopokat érintette. A hozzáadottérték-blokk elemei esetében feltételeztük, hogy az együttthatók megegyeznek az országos szintű tábla megfelelő elemeivel.

Az interregionális import és export adatai a *LQ*-mutatók felhasználásával a következőképp adódtak (Isserman 1980):

$$\begin{aligned} \text{imp}_j^r &= \left(\frac{1}{LQ_j^r} - 1 \right) X_j^r, & \text{ha } LQ_j^r < 1, \\ \text{nex}_j^r &= \left(1 - \frac{1}{LQ_j^r} \right) X_j^r, & \text{ha } LQ_j^r > 1. \end{aligned}$$

Ezt követően a módosított együtthatómátrixot beszoroztuk a KSH-tól kapott adatokból, illetve megyei statisztikai tükrök adataiból becsült regionális keretadatokkal. Így eredményként adódott egy kiindulási regionális ÁKM, amely esetében azonban nem teljesül a sorok és oszlopok összegeinek egyezősége. Így a RAS-módszert felhasználva a kiindulási tábla adatait ráillesztettük a regionális keretadatokra.

Az FLQ számításához szükséges δ paraméter értékét szintén a szakirodalom alapján választottuk. Flegg és Tohmo (2011) empirikus kutatásai alapján azt találták, hogy az FLQ-mutató a $\delta=0,3$ érték mellett generálta a legjobb eredményeket. Ezt az értéket vettük át számításaink során.