

BUDAPESTI KÖZGAZDASÁG-TUDOMÁNYI ÉS  
ÁLLAMIGAZGATÁSI EGYETEM

Közgazdasági Ph.D. program

Matematikai Közgazdaságtan és Ökonometria Tanszék

KÖLTSÉGVETÉSI ÉS KÖRNYEZETPOLITIKÁK ELEMZÉSE  
ÁLTALÁNOS EGYENSÚLYI MODELLEKKEL

PH.D. ÉRTEKEZÉS

TÉZISGYŰJTEMÉNY

RÉVÉSZ TAMÁS

Budapest, 2001

## TARTALOM

<b>1. Az értekezés témája és az elemzés módszere .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Az értekezés felépítése .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Az értekezés új és újszerű eredményei .....</b>	<b>6</b>
<b>4. A további kutatási tervekről.....</b>	<b>21</b>
<b>5. A szerző témával kapcsolatos publikációi.....</b>	<b>24</b>

# 1. AZ ÉRTEKEZÉS TÉMÁJA ÉS AZ ELEMZÉS MÓDSZERE

Értekezésemben egy közel két évtizede folyó alkalmazott modellezési kutatás jelenlegi állását és néhány olyan legújabb eredményét mutatom be, amelyek elsősorban a magam önálló munkája révén jöttek létre.

A saját (rész-)eredmények bemutatása előtt mindenképpen szólni kell az értekezés témaválasztásának összetett okairól. Ezek két fő szálból fonódnak össze. Egyfelől pályafutásom legelejétől kezdve érdeklődésem azok felé a problémák felé fordult, ahol az externália-jelleg miatt a modern piacgazdaságokban is szükség van az aktív állami befolyásolásra, sőt esetenként jobban is mint a korábbi időkben. Ezek közül különösképpen a környezeti problematika ragadott meg, a maga multi- és interdiszciplináris gazdagságában, ami filozófiai, biológiai, matematikai-számítás-technikai, statisztikai és közgazdasági érdeklődésemnek egyaránt megfelelt. Egyúttal a környezeti folyamatokban viszonylag gyakori irreverzibilis folyamatok (újra nem termelhető erőforrások kimerülése, a szennyezés entrópia-jellege és életesélyeket csökkentő volta), diszkontinuitások (a katasztrófa-elmélet által tárgyalt váratlan ugrásszerű természeti-társadalmi változások), instabilitások (pozitív visszacsatolások), oszthatatlanságok (környezeti létesítmények) és a hosszútávon kibontakozó hatások kezelhetőségének kérdése foglalkoztatott. Már egyetemi hallgató koromban elkezdtem foglalkozni a hazai környezeti folyamatok modellezésével egy akkoriban megalakult kutatócsoport tagjaként. Erről néhány korai, társszerzőként írt tanulmányom is tanúskodik.

Az első munkahelyemen a komplex környezeti modellezés helyett a légszennyezéssel közvetlenül összefüggő energetikai kérdéskörrel nyílt módomban alaposan foglalkozni, Erdősi Pál munkacsoportjában, akinek a társadalmi-gazdasági racionalitást a voluntarista diletantizmussal és a műszaki egyoldalúsággal szemben határozottan képviselő szemléletét teljes természetességgel vettem át és képviseltem. A direkt környezeti modellezéshez épp ezen a légszennyezési szálon keresztül, de csak majdnem egy évtized után, a Harvard Nemzetközi Fejlesztési

Intézet (HIID) környezetgazdasági-energiapolitikai tanácsadó tevékenységének magyarországi beindulása után volt lehetőségem visszatérni.

Általában is elmondhatjuk, hogy az alkalmazott modellezés jelentős mértékben függ a külső körülményektől, a viszonylag költséges tevékenységet (adatbázisok létesítése, szoftverek, külföldi tanulmányutak, a megrendelőkkel való kapcsolattartás) finanszírozó forrásoktól, a határidőktől, a partnerektől, és számos más külső körülménytől függ. Az alkalmazott kutatások szereplői között létrejött megegyezések természetesen számos olyan kompromisszumot tartalmaznak, amelyek az egyes résztvevők előzetes szakmai elképzeléseivel nem teljesen esnek egybe. Mégis kutatásaink egyetemi bázisának és egyéb körülményeknek köszönhetően még csak kísérlet sem történt arra, hogy alkalmazott kutatásunkat valamely kampánynak, lobbynak, vagy divatnak rendeljék alá. Természetesen a hosszas kihagyás és a környezetterhelési díjakat illetve energiaadókat akkoriban bevezetni tervező minisztériumokat segíteni kívánó HIID szempontjai miatt a környezeti modellezésnek a légszennyezés többszektoros (differenciált megközelítést lehetővé tevő) ábrázolására kellett koncentrálnia, a hosszabb távú és más közegekre kiterjedő komplex ábrázolások későbbre halasztása mellett. E halasztott feladatokból később a HIID örököséként megalakult Magyar Környezet-gazdasági Kutatócsoport (MAKK) alapítvánnyal néhányat sikerült megoldanunk. A Környezetvédelmi Minisztérium megbízásából a talajterhelési díjak bevezetésének hatásait is sikerült ábrázolni a modellben, adatgyűjtés és módszertani keret felvázolása történt a vízszennyezés modellezése terén. Ezek azonban már az értekezésem témaválasztása utáni fejlemények, így csak a körülmények teljesebb megvilágítása végett utaltam röviden rájuk.

A témaválasztás másik fő szála a többszektoros modellezés. Ebben is megragadott az az elegancia, amellyel a módszer kezeli a gazdaságban tovagyrúzó és visszacsatoló, egymást erősítő vagy keresztező szimultán hatásokat, meghatározza sokszor egészen váratlan eredőjüket. Az alkalmazott általános egyensúlyi (CGE) modellezés gazdaságpolitikai és gazdaságelemzési szerepét és jelentőségét több magyar nyelvű publikációban is kifejtette a hazai kutatásokat elindító Zalai Ernő, akivel az Egyetemen több mint egy évtizede együtt is

dolgozom, és számos közös cikket, tanulmányt publikáltam. Az Egyetemen folyó alkalmazott általános egyensúlyi modellezés hazai tekintetben úttörő és egyedülálló voltából adódó felelősségből is szívesen vállaltam részt. E modelltípus hazai alkalmazásának előzményei közül röviden a következőket emelném ki:

Az elmúlt két évtized során a CGE modellek fokozatosan átvették az egyszerű input-output elemzésre és a lineáris programozásra épülő többszektoros modellek szerepét. A magyar modell kifejlesztését Zalai Ernő a '80-as évek elején kezdte el, alapos (jórészt a IIASA-ban folytatott) elméleti és technikai előkészületek után, neves matematikusok, programozók és közgazdászok bevonásával. Jőmagam a '80-as évek vége felé csatlakoztam a megkezdett kutatáshoz.

A kiinduló modell programja FORTRAN nyelven íródott és egy általánosított Newton iteráción alapuló, a modell blokk-rekurzív struktúráját kihasználó (megkövetelő) algoritmussal működött. Ezzel a modellel már olyan kérdésköröket sikerült érdemben vizsgálni mint például a támogatásleépítési program, az importliberalizálás, a külkereskedelmi reorientáció, az ágazatközi tőkeátcsoportosítások várható hatásai és feltételei.

A CGE modellek elterjedése bizonyos fokú standardizálódással is járt. Ez nemcsak a standard neoklasszikus elméleten alapuló modell szerkezetben, hanem az adatok egységes formátumban való ábrázolásában, és speciális programcsomagok általános használatában is megmutatkozik. Az általánosan használt programcsomag funkcióját jelenleg a GAMS tölti be, amire a '90-es évek elejére a külföldi CGE modellezők döntő többsége már áttért. Így a külföldiekkel való kommunikáció is szinte csak a modell GAMS változatának elkészítése révén volt fenntartható. Ezért 1992-ben elkészítettem a modell egy kezdetben meglehetősen leegyszerűsített GAMS változatát. A GAMS nyelvű programmal a modellépítés gyakorlatilag felszabadult az algoritmikus korlátok alól, jóval áttekinthetőbbé lett, és megnyílt az út a nemzetközi GAMS modellkönyvtárban fellelhető technikák alkalmazása előtt is. Így a kezdetben meglehetősen stilizált GAMS-nyelvű modell rohamosan fejlődve messze maga mögött hagyta a modell FORTRAN változatát.

A HUNGAMS modellnek nevezett GAMS-változat azóta számos aktuális gazdaságpolitikai kérdés vizsgálatánál került felhasználásra. Egy dezaggregált ÁKM ár- és volumenmodellhez kapcsolva megvizsgáltuk például az élelmiszer-gazdaság ár- és szerkezetváltozásait, az 1995. évi stabilizációs intézkedéscsomag hatásait, valamint az 1991 és 1994 közötti adórendszerbeli változások hatásait a gazdaság fő folyamataira és a rétegek közötti jövedelemeloszlásra. A HUNGAMS modell a háztartási szektort 10 rétegre bontva ábrázolja. Ezt a dezaggregálást kétéves cambridge-i kutatómunkám tette lehetővé, amelynek során beható ismereteket szereztem a háztartásstatisztikáról, annak a makrostatisztikai adatokhoz való módszertani és számszerű viszonyáról, valamint a háztartások viselkedésének elemzési módszereiről.

A számos alkalmazás során szerzett tapasztalatok alapján több önálló módszertani elképzelésem is kialakult, például a makroökonómiai lezárás általánosításával kapcsolatban. Ez a gondolat az egyensúlyi modellezésben eltöltött sokéves tapasztalataim alapján fogalmazódott meg bennem. Az alkalmazott általános egyensúlyi modelleknek a főbb makroökonómiai változók (beruházás, munkaerőkínálat, árfolyam, közfogyasztás, költségvetési egyenleg, stb.) alakulását leíró részét makrolezárásnak nevezzük. Amíg a modell többi része meglehetősen standard elméleti feltevéseken nyugszik, addig a lezáró blokkban szereplő összefüggések kiválasztása mind elméleti, mind gyakorlati szempontból meglehetősen bizonytalan alapokon nyugszik. A modellező általában egy konkrét esettel foglalkozik, amelyhez konkrét lezárás illeszthető. Ennek ellenére készen kell állnia arra, hogy ha később egy másik eset bizonyul relevánsabbnak, akkor egy más típusú lezárást is alkalmazhasson. Az alternatívák száma azonban igen nagy, ennyi modell gyakorlatilag nem készíthető és futtatható. Mégis jó lenne tudni, hogy a modell egy-egy paraméterének a különféle alternatív modellekben mennyire eltérő a hatása, azaz a számított hatás mennyire függ a makroökonómiai lezárással kapcsolatos bizonytalanságtól. Az értekezés témaválasztásának fontos szempontja e kérdés tisztázásának igénye volt.

## 2. AZ ÉRTEKEZÉS FELÉPÍTÉSE

Az alkalmazott általános egyensúlyi modellek lényegét és célszerűségét az 1. fejezet fejt ki. Ebben hangsúlyozom, hogy az egyszerűség, a magyarázóváltozók nem-diszkriminatív kezelése, a viselkedési függvények elméleti összhangja hármas követelménynek meggyőződésünk és a nemzetközi gyakorlat szerint leginkább az általános egyensúlyelméleti modellek felelnek meg.

A modell jelenlegi struktúráját a 2. fejezet, illetve a hozzá kapcsolódó függelékek mutatják be. A javak és gazdasági egységek definiálása után részletesen jellemzi az ágazatok beágyazott, állandó helyettesítési rugalmasságú lineáris homogén (CES) termelési függvényeit, és az inputok és outputok kapcsolódásának struktúráját ábrával is szemlélteti. Az ismertetés emellett magában foglalja a különféle árak és keresleti-kínálati volumenek meghatározásának módját, valamint a szokásosnál részletesebb jövedelemelosztást.

A 3. fejezet a vonatkozó szakirodalom vázlatos áttekintése után ismerteti azt a módszert, ahogy a HIID megbízásából az Európai Unióban mértékadónak tekintett görög CGE modell légszennyezésre vonatkozó környezeti modulját a HUNGAMS-ba adaptáltuk.

A 4. fejezet a jóléti függvény környezeti jóléttel történő általánosítását tárgyalja, különös tekintettel a 3 komponens közötti beágyazások (első fokon való összekapcsoltságok), a nem-optimális fogyasztói magatartás, valamint a rétegenkénti ábrázolásának lehetőségére és jellegzetességeire.

A modell gazdaságpolitikai alkalmazásának feltétele a megfelelő adatokkal való feltöltése. Az ehhez szükséges adatbázis összeállításának problémáit és eredményeit az 5. fejezet részletezi. Az ismertetés kiterjed a nem statisztikai módon, hanem szakértői becsléssel, elméleti megfontolások, nemzetközi tapasztalatok, valamint konzisztencia-követelmények alapján ("kalibrálással") kapott adatokra is.

A 6. fejezetben a környezeti blokk és az általánosított jóléti függvény szerepét illusztrálom számszerűsített modellel gazdaságpolitikai problémák elemzésében. A

kidolgozott 5 gazdaságpolitikai forgatókönyv különféle „lezárások” (munkaerő-kínálatra, a végső felhasználások alakulására, stb. tett alternatív hipotézisek) és adó-visszaforgatási sémák mellett az emisszióadóra illetve energiaadóra vonatkozó elképzeléseket tartalmaz. A számítási eredmények alátámasztják a jelentős, de nem feltétlenül nyugateurópai (sőt északeurópai) mértékű környezeti adók bevezetésének célszerűségét, és érzékeltetik az egyes gazdaságpolitikai célok közötti átváltási lehetőségeket, a korlátokat és a további információszerzés szükségességét.

Végül, de nem utolsósorban a 7. fejezet a modell lezárásának linearizálását, és annak a magyar gazdaságra vonatkozó számításokkal illusztrált elméleti általánosítását tárgyalja. Konkrétan a 7.4. alfejezetben néhány elméleti szempontból érdekes lehetséges lezárású modell néhány sajátosságát mutatom be a lineáris közelítési eljárással kapott számtáblázatok segítségével.

### **3. AZ ÉRTEKEZÉS ÚJ ÉS ÚJSZERŰ EREDMÉNYEI**

Egy alkalmazott közgazdasági kutatásban természetesen meglehetősen nehéz elkülöníteni a szerző saját eredményeit. Ez részben amiatt van, hogy az alkalmazott kutatásokról szóló – Magyarországra az elméleti folyóiratoknál kisebb eséllyel eljutó – publikációk, főleg terjedelmi korlátok miatt csak vázlatosan térnek ki az alkalmazott módszertan részleteire, részben pedig amiatt, hogy az új megoldásoknak a már ismert technikáktól való elválasztása számos nehézséggel jár.

Az alkalmazott kutatás jellemzője, hogy nem sok időt enged az elméleti szakirodalomban való búvárkodásra, amely eredményének a gyakorlati alkalmazása gyakran amúgy is problematikus. Mindezeket előrebocsátva mégis úgy vélem, a modell lezárásának általam kidolgozott linearizálása és általánosítása elméleti szempontból is újszerűnek tekinthető. Az értekezés alapjául szolgáló kutatásaim további újszerű vonásai főképp a magyarországi meghonosításokban, a magyar nyelvű rendszerezésben és teljeskörű dokumentálásban, az alkalmazási területekben, valamint a készített adatbázisokban és az azok készítésénél használt technikákban



(például az alább ismertetett additív-RAS módszerben) jelölhetők meg. Konkrétan az újszerű vonások az alábbiak:

A HUNGAMS modelles család különböző változatai alapvetően a CGE modellezési gyakorlat általános irányvonalát követik, azonban számos jellemzőjüket tekintve különböznek azoktól, hogy megfelelőbben jelenítsék meg az átalakulóban levő gazdaságok speciális jellegzetességeit és döntéshozatali mechanizmusait. A szokásos nemzetközi gyakorlattól eltérően az alkalmazott általános egyensúlyi modellkeretbe számos nem egyensúlyi jelenség figyelembevételének lehetőségét építettük be.

### *NEM-EGYENSÚLYI ÁLLAPOTOK MEGJELENÍTÉSE*

Az alkalmazott egyensúlyi modellek gyakorlatának megfelelően rendszerint feltesszük, hogy a megfigyelt kibocsátási, illetve ráfordítási szerkezet jövedelemmaximalizáló, illetve költségminimalizáló volt, és a modellben bekövetkező változások nyomán is az marad.

Esetenként azonban ettől a feltevéstől, két lehetséges módon, eltérünk. Az egyik esetben figyelembe vesszük, hogy az induló állapot (szerkezet) – intézményi korlátok miatt – nem volt optimális. Ilyenkor a modellel végzett elemzések során többek között arra a kérdésre is választ keresünk, hogy hogyan hatna a jelzett intézményi korlátok elmozdítása a gazdaság jellemzőire. Egy másik lehetséges eltérést a szigorúan neoklasszikus megközelítéstől az optimális alkalmazkodást lassító intézményi korlátok (súrlódási tényezők) figyelembe vételének a lehetősége adja. A relatív árak megváltozása következtében egy adott, optimálisnak tekintett, állapotból az új optimális állapotba történő elmozdulás – az alkalmazkodást lassító súrlódási erők (pl. korábban megkötött egyezmények következtében) – részleges (nem teljes) lehet csupán. Az ilyen fajta részleges alkalmazkodást a neoklasszikus formák módosítása révén ábrázolhatjuk. Konkrétan: a helyettesítési függvény rugalmassági paraméterénél alacsonyabb értékű paramétereket alkalmazunk az elmozdulás mértékét meghatározó keresleti vagy kínálati függvényekben. Ennek következtében az elmozdulás iránya egybeesik az optimális választás által diktálttal, mértéke viszont elmarad attól.

### *KÖRNYEZETI BLOKK KIDOLGOZÁSA*

A görög környezeti modul hazai adaptációja során a légszennyezést az energia-hordozók elégetésének függvényében, fix, ágazatonként, energiatípusonként és szennyezőanyagoként eltérő emissziós együtthatókkal ábrázoltuk. Feltettük, hogy a keletkezett emisszió egy része különféle, ún. „csővégi” kárelhárítási technológiákkal kiküszöbölhető.

Konkréten a kárelhárítás fajlagos átlagfordításáról (CAB) feltesszük, hogy a kárelhárítási részarány növekedésével az alábbi képlet szerint emelkedik:

$$CAB_{po,j} = [ BC_{po,j}/(1+GC_{po,j}) ] \cdot (1 - AEI_{po,j})^{1+GC_{po,j}} + KC_{po,j} \quad (1)$$

ahol BC, GC, KC paraméterek, a po index a szennyezőanyagra, a j index a kibocsátó ágazatra vonatkozik, és amely függvényről könnyen belátható, hogy a kárelhárítási részarányt jelentő AEI változó szerinti parciális deriváltja  $BC > 0$  esetén pozitív, azaz a határfordítás is növekvő. E technológiák alkalmazására vagy kellőképpen ösztönző emisszióadók, vagy direkt hatósági előírások bevezetése következtében kerül csak sor. Az ezután megmaradó emisszió éves mennyiségének változását, a környezeti kárt vagy hasznot pénzben fejeztük ki, hogy a modell felhasználója könnyebben összevethesse a többi makrogazdasági mutató alakulásával.

Ezt a környezeti modult számos új vonással bővítettem ki. Ezek közé sorolhatók a környezeti adóbevételek visszaforgatásának különféle sémái, az emissziós limitek bevezetése, az emisszióadó endogenizálása, az egzogén vagy endogén energiaadók bevezetése, és a környezetminőség beépítése a háztartások jóléti függvényébe.

### *SAJÁTOS JÓLÉTI FÜGGVÉNY KIDOLGOZÁSA*

A neoklasszikus alapú CGE modellek a háztartások döntését többnyire a fogyasztás és a szabadidő közötti választás problémájaként ábrázolják. Ezen belül a fogyasztást az egyes fogyasztási cikkek aggregátumaként írják le, majd ezt az aggregált fogyasztást és a szabadidőt ismét egy újabb helyettesítési függvény

segítségével aggregálják. Ha viszont a környezetminőséget is bevonjuk a jólét komponensei közé, akkor felmerül a beágyazás problémája, nevezetesen az, hogy a jólét 3 fő összetevője közül melyik kettő van szorosabb viszonyban. Több környezetgazdasági szakember véleménye alapján - mivel a szabadidő eltöltésének minősége alapvetően függ a környezet (Q) állapotától, ezért - ezt a két tényezőt kapcsoltam össze egy CES aggregátumban (LQ), a magasabb szinten pedig ezt az aggregátumot az aggregált fogyasztással (CLTOT), szintén egy CES függvény segítségével.

Modellünk megfelelő kiegészítő feltételekkel képes a fogyasztó nem teljesen optimális viselkedésének ábrázolására is. A nem-optimális viselkedésen belül megkülönböztethetünk korlátozottan optimális, pszeudo-optimális és optimumtól független eseteket attól függően, hogy a három keresleti komponens közül 2, 1 vagy egy sem teljesíti az optimum rávonatkozó elsőrendű feltételét.

A korlátozott optimum esetét például akkor alkalmazzuk, amikor a környezetminőséget egzogén módon kezeljük, azaz a lakosság környezeti kiadásait előre rögzítjük, és csak a szabadidő és fogyasztás e kiegészítő feltétel melletti optimális kombinációját keressük.

Noha a modell a háztartási szektort 10 rétegre bontva ábrázolja, a jóléti függvényt és a háztartások ezzel kapcsolatos döntését csak az aggregált, „reprezentatív” fogyasztóra specifikáltam. A fix részesedési arányokkal becsült rétegelosztások természetesen nem feltétlenül hozhatók összhangba az elvileg rétegenként külön-külön számszerűsíthető jóléti függvényekből levezethető viselkedésekkel. A rétegszámok különösen nehezen elérhetősége (becsülhetősége), és a rétegspecifikus viselkedések kellő ismeretének hiánya és bizonyos elméleti problémák miatt nem vezettem be háztartáscsoportonként külön-külön jóléti függvényt.

Az alkalmazott megközelítés leginkább újszerű eleme az, hogy lakossági fogyasztásban a rögzített nagyságú alapfogyasztás ( $C_{f,i}$ ), és többletfogyasztás mellett a környezeti kiadásokat, mint 3. komponenst, elkülönítve szerepelteti.

A többlet- vagy változó fogyasztásban számolunk az egyes ágazati termékek közötti helyettesíthetőséggel is. Az aggregált változó fogyasztási szintet az egyes ágazati összetevőkből szintén a CES függvény révén határozzuk meg. Az ebből és a környezeti kiadások reálértékéből összetett változó „hasznossági” szint és az árak függvényében felírt ún. Hicks-i keresleti függvényeket tehát a

$$CG_{g,i} = CF_{g,i} + (CL_g + HENVEX_g \cdot QEXP) \cdot AC_{g,i} \cdot (CPIS_g / PHMUC_{i,g})^{CEL} \quad (2)$$

képlet határozza meg. Mint látható az egyes rétegek részesedését (HENVEX) a QEXP környezeti reálkiadásokból egyelőre rögzítettnek tekintetem, a környezeti kiadások termékszerkezetét pedig a többletfogyasztás szerkezetével vettem azonosnak.

### *JÖVEDELEMELOSZTÁS RÉSZLETES ÁBRÁZOLÁSA*

A jövedelemelosztást a modell meglehetősen részletesen ábrázolja. Nyomon követi a működési eredmény felosztását is, és figyelembe veszi a különféle természetbeni vagy kötött felhasználású támogatásokat is. A modell jövedelemelosztási mechanizmusai ábrázolásának újszerű vonásai az alábbiak :

A CGE-modellekben a hagyományos ábrázolással szemben (de nem eredeti megoldásként) az adókulcsok egy részét endogén módon is meghatározhatjuk valamilyen más (fedezeti, orientációs, elosztási, stb.) kritérium teljesítését biztosító szinten. A nyereségadókat ágazatonként differenciáltan, egy fix alapszint és egy marginális adókulcs segítségével határozzuk meg. Sajátos megoldás, hogy több transzfer esetében az államot mint közvetítőt ábrázoljuk, amelyeken bizonyos fizetések pusztán keresztülfolynak (ezt az SNA kézikönyv „routing through”-nak nevezi). Erre olyan esetekben kerül sor, amikor nem állapítható meg, vagy közgazdaságilag nincs jelentősége, hogy ki-kinek fizette az adott transzfert. Így például a külföldre menő illetve onnan jövő transzfereket az állam fizeti illetve bevételezi (a kamatokat viszont éppen fordítva, a pénzintézetek).

A modell lezárása dönti el, hogy az ágazatok felvett (nettó) hitelekre vagy az ágazati beruházásokra adunk explicit viselkedési függvényt, míg a másik tétel reziduálisan határozódik meg.

## *ADATBÁZIS KÉSZÍTÉS*

A modell számszerűsítésével kapcsolatos több mint 10 éves tapasztalatom, az ezalatt kifejlesztett és tesztelt módszereim, az adatforrásokkal és készítőikkel kialakított (Magyarországon különösen nem mellékes) jó munkakapcsolatom, valamint néhány speciális terület szakértőjének bevonása a munkába lehetővé tette, hogy a modellt az 1994. évre számszerűsíthessem. Ennek az évnek a kiválasztását az magyarázza, hogy a modellhez szükséges legfontosabb adatokat az Ágazati Kapcsolatok Mérlege (ÁKM) tartalmazza. Az akkor legfrissebb, az 1994. évi ÁKM azonban csak 1997 végén jelent meg. Így 1998 januárjára sikerült a modellt az 1994. évre számszerűsíteni.

A modell adatbázisának 1991-ről 1994-re való felújítása több módszertani és technikai nehézség áthidalását követelte meg. A legfőbb probléma abból adódott, hogy az energetikai-környezetgazdasági elemzésekhez kidolgozott 25 szektoros bontáshoz az 1994. évi adatok sem megfelelő részletezettségben sem megfelelő csoportosításban nem álltak rendelkezésre.

A 25 szektoros ÁKM becsléséhez szükséges feltételes RAS módszerre nem állt rendelkezésemre megfelelő szoftver (az Excel Solver számára a feladat mérete túl nagy volt), kénytelen voltam az általános RAS módszert használni. Ennek tehát az a kellemetlen „mellékhatása” van, hogy az eredménymátrix egyes részösszesenjei (blokkösszesenek) megváltozhatnak. Márpedig az 1994. évi ÁKM ha viszonylag aggregáltabb is, de tartalmazza a dezaggregált cellák részösszesenjeire vonatkozó referencia-értékeket.

Noha a KSH 1994. évi ÁKM-e maga is feltehetőleg többé-kevésbé korábbi évek adatai alapján RAS-olva lett meghatározva, jómagam, mint kutató, nem éreztem magamat illetékesnek a KSH által közölt adatok felülbírálatára, vagy figyelmen kívül hagyására. Ezért a RAS-olt mátrix cellái között az operációkutatásból ismert ún. „bástyázás” módszerével a feleslegeket átcsoportosítottam a hiányok irányában. Mivel a megfelelő hurkok keresése meglehetősen időigényes, ezért a pontosság egy megfelelően magas fokának elérése után az eljárást befejeztem. Így az eredmény csak néhány helyen tér el érdemben az 1994. évi ÁKM cellaértékétől.

Ezután az 1991. évre számszerűsített beruházási mátrixot a kapott ÁKM-ben megtalálható peremekhez RAS-oltam.

Az 1994-es adatbázis összeállításának további problémái közül meg kell említeni a jövedelemelosztási és erőforrásadatok hiányosságait, valamint azt, hogy a magyar nemzeti számlák továbbra sem tartalmazzák megfelelően az államháztartás és a külföld számláit. Ez utóbbiakat a költségvetési beszámolók és a Nemzeti Bank fizetési mérlegadatai alapján, esetenként pedig reziduummként (például a transzferek vagy a nettó megtakarítások esetében) számítottam. A háztartási szektorra pedig csak aggregált adatok álltak rendelkezésemre, amiket a modell korábbi, 1991-es (háztartás-statisztikai alapú) rétegbontású adatai alapján RAS módszer, illetve egyszerű részesedési arányok szerint bontottam rétegekre.

A 25 ágazatos teljes kereseteket egy „additív RAS”-nak nevezhető speciális bi-proporcionális kiigazítási módszerrel kaptam, – az 1991-es, alapvetően háztartás-statisztikai alapú rétegenkénti megoszlásokhoz bizonyos értelemben leginkább hasonlító – megoszlási arányok szerint bontottam rétegekre. Ez a rétegekre való bontás a lakossági jövedelmekre és kiadásokra (fogyasztás és megtakarítás) egyidejűleg történt.

Az additív RAS eljárásom indoka és lényege a következő: Ha az összbevétel (=összkiadás) értéke sem ismert, akkor a bevételek és kiadások csak szimultán módon becsülhetők, nem lehetséges külön-külön a bevételeknek illetve a kiadásoknak az összbevételekhez való igazítása. A becsülendő mátrix egyes oszlopai ekkor az adott réteg bevételeit pozitív értékkel, kiadásait (beleértve természetesen a befektetéseket is) pedig negatív értékkel tartalmazzák. Ekkor viszont az oszlopösszegnek értelemszerűen zérusnak kell lenniük. A zérus peremekhez való igazítás azonban a hagyományos RAS-módszerrel arra vezetne, hogy már az első arányosításnál az egész oszlopot lenullázná, ami nyilvánvalóan elfogadhatatlan eredmény lenne, mivel azt jelentené, hogy a szóbanforgó rétegnek se bevétele se fogyasztása nem volt.

Ehelyett azt az eljárást dolgoztam ki, hogy az oszlopirányban mutatkozó (az eredeti adatok inkonzisztenciája miatt vagy a sorirányú igazítás során keletkezett)

zérustól való eltérést az oszlop eredeti elemeinek abszolútértékei arányában osztom el az egyes komponensek között az alábbi képletnek megfelelően:

$$H_{i,j} = H_{0_{i,j}} + \left( HTOT_j - \sum_k H_{0_{k,j}} \right) \cdot SH_{i,j} \quad (3)$$

ahol  $H_{i,j}$  az új cellaérték,  $H_{0_{i,j}}$  az előző cellaérték,  $HTOT_j$  az előírt oszlopösszeg (esetünkben zérus),  $SH_{i,j}$  pedig az eredeti abszolútérték-részesedési arány. Ez a módszer az eredeti RAS módszerrel egyezően az egyes elemeket azonos arányban korrigálja, de attól eltérően a korrekció irányát nem az eredeti cella előjele, hanem az határozza meg, hogy milyen irányú korrekcióra van szükség az eltérés kiküszöböléséhez.

A módszer esetlegesen fellelhető hasonmásainak felkutatására nem volt időm, tekintve, hogy dolgozatom elsősorban közgazdasági és nem operációkutatási jellegű, és ennél fogva itt csak részletkérdésnek minősül.

Érdemes rámutatni, hogy ez az eljárás a korábbtól eltérően nem veszi kívülről adottnak a jövedelemeloszlást (a rétegek részesedési arányait az összes jövedelemből), hanem az a részletes becslési eredményekből számítható. Az így becsült 1994. évi lakossági jövedelemeloszlás némiképp eltér az 1991. évre vonatkozótól. Az eltérést a 14. táblázat érzékelteti. Látható, hogy a szóbanforgó 3 év alatt minden vidéki réteg relatív pozíciója romlott (elsősorban a mezőgazdasági keresetek alacsony növekedési üteme miatt), a városiaké javult. A gyermeket nevelő háztartások helyzete szintén kedvezőtlenebbül alakult a hasonló településen élő gyermektelenekéhez képest. Az átlagnál alacsonyabb és magasabb egy főre eső jövedelmű háztartások között viszont nem mutatható ki hasonló egyöntetű tendencia. Természetesen modellezési munkálataim közepette nem térhettem ki kutatásaim e „melléktermékének” részletes elemzésére és más gazdasági-szociológiai tanulmányokkal való összehasonlítására, illetve összehasonlíthatóságának kérdésére.

### *KÖRNYEZETI ADÓK HATÁSELEMZÉSE*

A légszennyezés csökkentésének 5 forgatókönyvét dolgoztam ki. Ezeknek a makroökonómiai lezárásában közös, hogy a közfogyasztás, valamint a rendelkezésre álló tőke szintje végig rögzített, továbbá az első 4 változatban kötött a beruházás és a kereskedelmi deficit szintje is. E két utóbbi kategória képviseli reálértelemben a nemzeti megtakarítást, azaz a jövőbeni fogyasztást. Ezen "standardizálás" megkönnyíti az egyes változatok összehasonlítását, ugyanis csak a jelenbeli jólét szintjét kell összevetni egymással az egyes változatokban.

Az egyes változatok specifikus jellemzőit az alábbiakban foglalhatjuk össze:

**1. változat:** Emisszióadók (levegőterhelési díjak) kerülnek bevezetésre a Környezetvédelmi Minisztérium 1997-ben kidolgozott, magasabb mértékeket tartalmazó variánsa szerint. Az 1. változatban feltesszük még, hogy az állam a környezeti adóbevételeket nem forgatja vissza.

**2. változat:** csak abban a feltevésben különbözik az előbbitől, hogy a környezeti adóbevételek fejében - a kiinduló költségvetési hiány megőrzése mértékéig - az állam csökkenti a munkaadók által fizetendő társadalombiztosítási járulékot.

**3. változat:** Ez a változat az előzőtől csak abban tér el, hogy emisszióadó helyett a termelői energiafelhasználásra egységesen 5 %-os ad valorem felhasználási pótdadó bevezetésével számol.

**4. változat:** A 2. változathoz képest csak a fogadó közegre vonatkozó feltételezésben tér el. Azt feltételeztem, hogy a háztartások munkaerőkínálatát nem a jóléti függvényen alapuló (optimális), hanem pusztán a reálbérek konstans rugalmasságú függvénye határozza meg (0,5-ös rugalmassági együtthatóval).

**5. változat:** E némiképp mesterséges változat illusztrálja - mintegy állatorvosi lóként - azokat a lehetséges feltételezéseket, amelyeket eddig nem tudtam bemutatni. Ebben a változatban rögzítettem a háztartások megtakarítási hányadát (ezzel szemben a beruházási szint endogén lett), a kereskedelmi egyenleg helyett a reálárfolyamot rögzítettem a bázisértéke szintjén (csúszóleértékelés egyfajta ábrázolása), és az emisszióadók a marginális környezeti károk mértékéig emelkednek, az adóbevételek 95 %-át (5 % monitoring költséget figyelembe véve, amit a



közfogyasztásnál számolunk el) a háztartások kapják vissza (rétegenként rögzített arányban), továbbá ágazatonként és szennyezőanyagokként differenciált kárelhárítási arányok előírásával is számoltam.

A fontosabb modellszámítási eredményeket az alábbiakban foglalhatjuk össze:

Az emisszióadó a szénkeresletet mintegy 13 %-kal csökkenti, sőt ha a magasabb (a marginális kárral egyező) mértékben állapítanak meg, akkor 28 %-kal. Ez utóbbi mérték esetén a kőolajtermékek kereslete is 10 %-kal csökkenne. Az emisszióadók egyéb esetekben ez utóbbi példákban kapott értékeknél jóval kisebb keresletváltozásokat okoznak úgy, hogy a helyettesítés miatt a földgázkereslet többnyire ha elenyésző mértékben is, de nő. Az adó begyűri az energiaigényes ágazatok árába, amelyek megemelkedett energiaköltségeiket a vevőkre áthárítani igyekezvén piacot veszítenek. A kereslet visszaesése 2-5,3 %-os mértéket is elérhet a magasabb emisszióadós 5. változatban. Az egyes változatokat specifikusan jellemző eredményeket az alábbiakban foglalhatjuk össze:

**1. változat:** Az emisszióadó bevezetése 0,12 %-kal növeli a jólétet. Az adók miatt lényegesen megrágult „piszkos” energiahordozók következtében csökken az energia-felhasználás. Elsősorban emiatt, az emisszió mennyisége is lényegesen csökken. Az összekapcsoltság miatt a közvetlenül nem adóztatott széndioxid kibocsátása is jelentős mértékben, még a közvetlenül adóztatott nitrogénoxidokénál is nagyobb mértékben csökken. A légszennyezés csökkenésének köszönhetően a lakosság mintegy 4,5 Md Ft-tal csökkentheti környezeti kiadásait úgy, hogy környezeti jóléte még így is valamivel a bázisszint fölé kerül.

**2. változat:** A többletadóbevételekkel fedezett, 1,6 %-osnak adódó, szerény bérjárulékcsoökkentés tovább növeli a jólétet, bár ez a többlet mindössze 540 millió forintnyi. Így a jólét a bázishoz képest 0,133 %-kal nő, miközben a lakosság megtakarítási hányada 2,6 %-kal (nem százalékponttal !) nő.

**3. változat:** Ha az emisszióadó helyett az azonos bevételt eredményező energiaadó lép életbe, akkor a jólét növekedése kisebb, a bázishoz képest mindössze 0,04 %-os lesz, jóllehet a béradókulcs több mint 4 %-kal csökken. Az egységes adómérték ugyanis nem ösztönöz az energiahordozók közötti helyettesítésre, ami az

emisszióadónál a gazdaságtalanabb és "piszkosabb" szén felől a szénhidrogének és a villamosenergia felé irányult. Így az emisszió is csak szerény mértékben csökken.

**4. változat:** A háztartások egyéni jólétük szempontjából nem-optimális (a reálbérváltozásra mechanikusan rámozduló, a szabadidő értékét nem mérlegelő) munkaerőkínálata lehetővé teszi a társadalmi összjóletnek az előzőekhez képest 4,4 Mrd Ft-tal nagyobb növelését.

**5. változat:** Az utolsó változatban a túlságosan költségesnek bizonyuló (a GDP 1,2 %-ára rúgó) magas (egy esetben 83 %-os) kárelhárítási követelmények a társadalmat kedvezőtlenebb helyzetbe hozzák.

A számításokból kitűnik, hogy a bérjárulék-csökkentés önmagában valószínűleg nem növeli a foglalkoztatást és a bérszintet olyan mértékben, hogy ezáltal az összes béradóbevétel ne csökkenjen és a költségvetési hiány ne nőjön. A járulék-csökkentést tehát célszerű összekapcsolni a környezeti adók - hasonlóan időszerű - bevezetésével, valamint a tényleges és bevallott reálbérszint növekedését lehetővé tevő hatékonyságjavító (oktatás fejlesztése, verseny erősítése, információs technológiák elterjesztése, stb.) és adózási fegyelmet javító intézkedésekkel.

Megfelelő ellenőrzés mellett célszerűbbnek látszik az emisszió közvetlen adóztatása mint az energiaadó bevezetése. A modell az egyes háztartási csoportok helyzetének várható alakulásának előrejelzésére is alkalmas. Ezek különösen fontosak, hiszen az energiafogyasztás szerkezete és az energiaköltségek súlya az egyes rétegeknél rendkívül eltérő, és a (bér-)járulékos intézkedések is meglehetősen eltérően érintik az aktív és inaktív rétegeket.

A modellel végzett számítások eredményei alátámasztják a környezeti adók bevezetésének célszerűségét, és hozzávetőlegesen rámutatnak arra, hogy ez milyen szférákat, szereplőket hogyan érinthet. Természetesen a környezeti modellezés igazán csak a döntéshozókészítő szakemberekkel való interaktív együttműködésben hasznosulhat, őket rendszerszemléletű gondolkodásra ösztönözheti, és a tőlük kapott visszajelzések alapján dönthető el, hogy a modell milyen további adatokkal, összefüggésekkel bővítendő, és milyen kérdések vizsgálatára alkalmazható.

*LEZÁRÁSI ALTERNATÍVÁK KEZELÉSE*

A lezárás általánosításának vázolt problémájával kapcsolatban alkalmazott megközelítésem sajátossága, hogy az 1. fejezetben hivatkozott szerzőkkel (Johansen, Ginsburgh, stb.) ellentétben, az eljárás konkrét alkalmazása során nincs szükség az egész modell linearizálására, legfeljebb csak annak lezárását (ami gyakran eleve lineáris) kell linearizálni, illetve az egzogén lezárási változók változásának hatását kifejezni linearizált formában az ún. redukált együtthatók segítségével a modell endogén változóira. Ez a technika segít a különféle lezárású modellek viszonyának megvilágításában, és lehetővé teszi különféle lezárású modellek és azok redukált együtthatómátrixának szisztematikus „sorozatgyártását”. Természetesen ez nem öncélú játék, hanem jelentős segítséget adhat a gazdaságpolitikai döntéshozóknak és döntéselőkészítőknak a lehetséges alternatívák és korlátok szerepének megértésében, a kívánatos makrogazdasági szabályozórendszer kiválasztásában.

A lezárás általánosításával kapcsolatos konkrét eredményeim levezetése az alábbi:

Az általános egyensúlyi modell legáltalánosabb formában egy

$$F(\underline{x}, \underline{y}) = \underline{0} \tag{4}$$

$$G(\underline{x}) = \underline{0} \tag{5}$$

alakban írható fel, ahol (4) az alapmodell, (5) pedig a lezárási blokk egyenleteit tartalmazza.  $\underline{x}$  a lezárási blokkban is szereplő változókat,  $\underline{y}$  pedig csak a modell egyéb egyenleteiben megjelenő változókat jelöli.

Tegyük fel, hogy a  $G$  függvény  $g_i$  koordinátafüggvényei differenciálhatók. Így az  $\underline{x}$  vektor egy kiinduló környezetében a függvény viszonylag kis hibával helyettesíthető az érintőjével (érintő hipersíkjaival). Ebből következően a lezárási blokk közelíthető egy  $M \cdot \underline{x} = \underline{d}$  lineáris összefüggéssel, amiből az  $M$  mátrix invertálhatósága esetén (azaz gyakorlatilag akkor, ha a lezárásban szereplő változók száma megegyezik a lezárási egyenletek számával) a  $\underline{k} = M^{-1} \cdot \underline{d}$  jelölés bevezetésével az  $\underline{x} = \underline{k}$  összefüggés adódik. Ezt az esetet önmeghatározó lezárásnak is nevezhetjük. Ennek legegyszerűbb speciális esete az, amikor a lezárási

változók egzogén változók, azaz értékük kívülről adott. A továbbiakban azt vizsgáljuk, hogy ennek a  $\underline{k}$  explicit vagy implicit „korlátnak” a változása hogyan befolyásolja a modell megoldását.

Ha az alapmodell  $f_i$  koordinátafüggvényei is differenciálhatók - és általában ez a helyzet - akkor a függvény bármely pontja körül linearizálható, azaz e környezetben minimális hiba vállalásával a függvény helyett az érintősíkkal számolhatunk. Ebben az esetben az alapmodell a

$$A \cdot \Delta \underline{y} + B \cdot \Delta \underline{x} = \underline{0} \quad (6)$$

lineáris egyenletrendszer formáját ölti. A mi esetünkben azonban nincs szükség a lineáris egyenletrendszer fenti, teljes alakjának a számszerű ismeretére. A lineáris egyenletrendszerek általános megoldásának ismert képletével ugyanis a  $\Delta \underline{y}$ -ban szereplő változók (változása) a  $\Delta \underline{x}$ -ben szereplő lezárási változók változásának függvényében, azaz az egyenletrendszer partikuláris megoldásaként az alábbi módon írhatók fel:

$$\underline{v}_b = A^{-1} \cdot B \cdot \underline{v}_k = D \cdot \underline{v}_k \quad (7)$$

ahol  $\underline{v}_b = \Delta \underline{y}$ ,  $\underline{v}_k = \Delta \underline{x}$ ,  $D = A^{-1} \cdot B$ . Vegyük észre, hogy amennyiben éppen a változók bázisévi értékeit vesszük, azaz  $\underline{v}_b = \underline{v}_k = \underline{0}$ , akkor ezzel kettős értelmében is (egyfelől a bázisévet képviselő, másfelől lineáris algebrai értelemben) bázismegoldást kapunk. A képletben szereplő  $D$  mátrixot a továbbiakban a modell redukált együtthatómátrixának nevezzük.

Érdemes felhívni a figyelmet ennek a mátrixnak az információelméleti jelentőségére. Az egyensúlyi modellszámítások eredményeivel kapcsolatos fenntartások egyik fő oka ugyanis az, hogy a modell rendkívül nagyszámú és különféle, egymással közvetlenül össze nem hasonlítható paramétert tartalmaz, így a felhasználó (de még a modellező sem) képes átlátni ezek együttes hatásait. A redukált együtthatómátrix azonban sűrítve, a legkritikusabb lezárási korlátokra visszavezetve (avagy azokra vetítve) mutatja be a hatásokat. Emiatt természetesen nem mutatja meg az egyéb paraméterértékek változásának közvetlen hatását, de az elemzések nagy része a lezárási korlátok változásával függ össze (gazdaságpolitikai

paraméterek, illetve az ezeknél jelentkező bizonytalanság miatt szükségessé váló érzékenységi szimulációk).

Az általam kidolgozott módszer lényege az, hogy ha a lezárást megváltoztatjuk, azaz a  $\underline{v} = \{ \underline{v}_b, \underline{v}_k \}$  vektornak más elemei lesznek a lezárási blokk által megkötve, akkor az így kapott új modell redukált együtthatómátrixa az eredeti D mátrixból a közismert bázistranszformációs eljárással határozható meg.

Konkrét képletekkel az eljárás a következő: A  $\underline{v}_b$  és  $\underline{v}_k$  vektorok két-két részre bonthatók. A bennük szereplő változók egy része az új lezárás esetén szerepet cserél (azaz egzogén lezárási változóvá válik vagy éppen megszűnik az lenni), másrészük marad a korábbi szerepében. Az általánosság megsértése nélkül feltehetjük, hogy a  $\underline{v}_b$  és  $\underline{v}_k$  vektorokat eleve úgy definiáltuk, hogy bennük a végén csoportosulnak a szerepet cserélő változók. A  $\underline{v}_b$  és  $\underline{v}_k$  vektorok rendre a

$$v_b = \begin{bmatrix} v_{by} \\ v_{bc} \end{bmatrix} \quad \text{és} \quad v_k = \begin{bmatrix} v_{km} \\ v_{kc} \end{bmatrix}$$

alakban particionálhatók, ahol a  $c$  másodindex utal a szerepet cserélő változók csoportjára, az  $y$  és  $m$  másodindexek pedig a szerepet nem cserélő változókra utalnak ( $y$  a függő változó szokásos jelölésével a továbbra is függő változókra, az  $m$  pedig az egzogén lezárási változók között maradó változókra).

Az eredeti modell (7) megoldása ennek megfelelően a

$$\begin{bmatrix} v_{by} \\ v_{bc} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} D_{ym} & D_{yc} \\ D_{cm} & D_{cc} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} v_{km} \\ v_{kc} \end{bmatrix} \tag{8}$$

képlettel írható fel, ahol a D mátrix egyes blokkjainak második indexe mutatja, hogy az egzogén lezárási változók melyik csoportjának a fajlagos hatásáról van szó, az első index pedig azt, hogy az egyéb változók melyik csoportjára való hatásról van szó.

A fenti egyenletrendszer második blokkjából  $\underline{v}_{kc}$  -t az alábbi módon fejezhetjük ki:

$$\underline{v}_{kc} = D_{cc}^{-1} \cdot \underline{v}_{bc} - D_{cc}^{-1} \cdot D_{cm} \cdot \underline{v}_{km} \tag{9}$$

Ezt az első blokkba visszahelyettesítve az

$$\underline{v}_{by} = D_{yc} \cdot D_{cc}^{-1} \cdot \underline{v}_{bc} + (D_{ym} - D_{yc} \cdot D_{cc}^{-1} \cdot D_{cm}) \cdot \underline{v}_{km} \quad (10)$$

összefüggéshez jutunk.

A két utolsó összefüggés tehát megmutatja, hogy az új lezárású modellben a változók hogy számíthatók ki az új lezárási változók függvényében. Vezessük most be az

$$\underline{u} = \begin{bmatrix} v_{by} \\ v_{bc} \end{bmatrix}, D_m = \begin{bmatrix} D_{ym} \\ D_{cm} \\ D_{yc} \\ D_{cc} \end{bmatrix}, D_c = \begin{bmatrix} D_{yc} \\ D_{cc} \\ 0 \\ E \end{bmatrix} \quad (11)$$

kibővített alakokat, ahol  $\underline{u}$  az új lezárási változók vektora, a  $D_m$  és  $D_c$  mátrixok pedig az eredeti lezárás redukált együtthatóit tartalmazzák (bővítve az  $E$  egység- illetve  $0$  zérus- mátrixokkal). Az alapmodell transzformált alakja a fenti jelölésekkel a

$$\underline{v} = [D_{ym} - D_c \cdot D_{cc}^{-1} \cdot D_m ; D_c \cdot D_{cc}^{-1}] \cdot \underline{u} \quad (12)$$

kibővített formában írható. Ez a kibővített forma elsősorban számítástechnikai szempontból hasznos, mert jól mutatja, hogyan lehet a bázistranszformációval az összes változóra való hatást egységesen kezelni.

Az új modellt tehát megkapjuk, ha a fenti alapmodellt kiegészítjük az  $\underline{u} = \underline{h}$  értékadással megadott lezárásával. A teljes modell megoldása tehát kiszámítható egy partikuláris megoldásként.

Ehhez tehát nem kell sem a modell lezárását kézzel megváltoztatni, sem a modellt minden egyes ilyen esetben újra lefuttatni. Sőt, mivel a bázistranszformáció elemi bázistranszformációs lépések egymásutánjaként is elvégezhető, minden egyes lépésnél minimális munkával egy újabb (új lezárású) modell redukált együtthatómátrixához jutunk. Ezáltal az eltérő lezárású modellek adott értelemben vett távolságát, hasonlóságát is egzakt módon megvizsgálhatjuk a lineáris algebra rendelkezésre álló eszközeivel. Az ilyen nagyüzemi módon, szisztematikusan generált együtthatómátrixok gyűjteményének tanulmányozásából a

gazdaságpolitikai döntéshozók is támpontokat kaphatnak arra vonatkozólag, hogy a gazdaság általuk elérni kívánt fejlődési pályáját melyik lezárás (értsd: deviza-, erőforrás-, kereslet-, fiskális-, stb. politikai rezsim) biztosítja a leginkább.

A módszer alkalmazásához a  $D$  mátrix és a  $\underline{k}$  vektor számszerűsítésére van szükség. A  $D$  mátrixot azonban nem a modell linearizált alakjából, hanem numerikusan becsüljük meg úgy, hogy egy elvileg tetszőleges kiinduló lezárású modellt lefuttatunk a  $\underline{k}$  vektor egyes elemeinek (a továbbiakban „korlátok”) egységnyivel megnövelt értékeire. A kapott eredményekből leolvasható az egyes korlátok változásának fajlagos redukált hatása, azaz a  $D$  mátrix egyes oszlopainak közelítő értéke. Pontosabban ezzel a módszerrel az éppen egységnyi változások parciális hatásait tudjuk pontosan kiszámítani, ami az egységnyi változások közelében egyúttal a fajlagos hatásokat is mutatják, koefficiensként is értelmezhetők. E módszert egy konkrét esetre számszerűen alkalmaztam, ellenőriztem e lineáris közelítés jóságát (a tényleges, a futtatással számított hatástól való eltérést), és megvizsgáltam a redukált együtthatómátrix időbeli stabilitását.

A redukált együtthatómátrix bázistranszformációjával előállított különféle modellek közül bemutatott kilenc modell közül jónéhánynak meglehetősen újszerű makroökonómiai lezárása van, ami gazdaságpolitikai tanulságokkal szolgálhat.

#### **4. A TOVÁBBI KUTATÁSI TERVEKRŐL**

A modell dokumentálása, jelenlegi alkalmazási lehetőségeinek és korlátainak felmérése alapvető segítséget jelent a modell tervezett továbbfejlesztéseihez. Ezt négy főirányban kívánom megvalósítani: a környezeti folyamatok ábrázolása terén, a többidőszakos változat kifejlesztésével, a fő pénzügyi folyamatok beépítésével, valamint a gazdaságpolitikai alkalmazások lehetőségeinek bővítésével (újabb statisztikai adatbázisok felhasználása, ágazati modulok, részletesebb jövedelemelosztási szabályok és makrogazdasági összefüggések beépítése).

A környezeti folyamatok komplexebb ábrázolása vonatkozásában elsősorban a környezetminőségnek a munkaerőre (egészségi állapotra) való hatásait kívánom vizsgálni, valamint a vizsgálatot újabb természeti közegekre és környezetpolitikai eszközökre és mechanizmusokra kiterjeszteni. Ez utóbbira ebben az értekezésben nem részleteztem, az értekezés szerkezetének véglegesítése után beépített alternatív adókonstrukciók (beleértve az adó alapját, és mértékének egzogén vagy endogén voltát is) szolgálhatnak kiindulópontként. Ezen túlmenően a Magyar Környezetvédelmi Központ Alapítvánnyal közösen megkezdtem, illetve tervezzük az elemzés kiterjesztését a víz- és talajszennyezésre, az emisszió-immiszió-koncentráció megkülönböztetésével és a határokon átmenő szennyezés figyelembevételével, valamint a ráfordításszerkezetet is érintő kármegelőző környezetkímélő technológiák megjelenítését.

Ugyancsak „menetközben” dolgoztam ki a pénzügyi modul alapjait is. Ebben természetesen támaszkodtam a vonatkozó szakirodalomra. Ennek lényege, hogy a megtakarítás=beruházás egyezőséget a jövőben a (reál)kamatláb(ak) mozgása biztosítja. A megtakarítások készpénzre és hitelekre (esetleg további részletes portfólióelemekre) való bontása az infláció hatására csökkenő reálpénzkereslet feltételezése, és a pénzkínálat (vagy a kamatláb) rögzítése mellett, lehetővé teszi az árhomogenitási feltétel feloldását, az árszint endogénné tételét, a pénzmennyiség reálhatásainak ábrázolását.

A pénzügyi rendszer hatása egy többidőszakos modellben reálisabban ábrázolható. A várakozások és késleltetések figyelembevétele különösen fontos a hitelfolyamatok, az infláció alakulásának leírásában. A dinamikus modellnek természetesen tartalmaznia kell a technológiai késleltetéseket is (például a beruházás és tőkeállomány kapcsolatát). A dinamikus modellek azonban számos új kérdést vetnek fel.

E kérdések tisztázására is folytattam előtanulmányokat, és mára elkészítettem a modell egy többidőszakos, dinamikus változatát. Ezek a kezdeti eredmények alapot



---

adnak arra a reményre, hogy a közel jövőben a modellnek sikerül létrehozni egy teljesebb és hitelesebb többidőszakos változatát.

Mindemellett a már meglevő modellnek az egyetemi oktatásban és a gazdaságpolitikában való további hasznosítására is sor került, és továbbra is törekszem. Az alkalmazások minőségét lényegesen meg fogja növelni az 1998. évi nagy-ÁKM-nek az értekezésben használt 25 ágazatra transzformált (dezaggregált, korrigált majd aggregált), általam nemrég elkészített változatának összeépítése a jövedelemelosztási-, réteg-, emisszió- és erőforrásadatokkal, amelyek egy részét ugyancsak sikerült már 1998-ra meghatároznom.

## 5. A SZERZŐNEK A TÉMÁBÓL MEGJELENT SAJÁT, ILLETVE TÁRSSZERZŐKKEL ÍRT MŰVEI:

Révész T. (1989): A tőkeátcsoportosítások veszteségeinek és mechanizmusainak ábrázolása az egyensúlyi programozási modellben, *Ipargazdasági Intézet tanulmánya*

Révész T.-Zalai E. (1989a): Különböző gazdaságpolitikák hatásainak számszerűsítése a HUMUS egyensúlyi programozási modell segítségével, In: Kapolyi László (szerk.): *Társadalmi-gazdasági modernizáció - a megalapozó háttérszámítások egyes eredményei*, Zrínyi nyomda

Révész T.-Zalai E. (1989b): A jövedelemelosztási mechanizmusok és a jövedelmi egyensúlyokat meghatározó algoritmus beépítése az egyensúlyi programozási modellbe, *tanulmány* (az Ipari Minisztériumnak is átadva)

Révész T.-Zalai E. (1991): Trade redirection and liberalization: Lessons from a model simulation, *AULA: Society and Economy*, vol.13(2), pp.69-80.

Révész T.-Molnárné H. E. (1992): Az egyensúlyi programozási modellel végzett számítások eredményei, *Ipari Szemle*, 1992/2, pp.55-58.

Révész T.- Hare, P.- Zalai, E. (1993): Modeling an economy in transition: Trade Adjustment Policies for Hungary, *Journal of Policy Modeling* 15 (5-6): pp. 625-652, megjelent 1999-ben az Akadémiai Kiadó Temesi J-Zalai E. (szerk.): *Back to a Market Economy* c. kötetében is (ISBN 963 05 7664 3), pp.227-265.

Révész T.-Braber, M.C.-Cohen, S.I.-Zolkiewski, Z. (1993): Policy simulations for Poland and Hungary under fixed and flexible price regimes: A SAM-CGE confrontation, in: Cohen, S. I. (szerk.): *Patterns of Economic Restructuring for Europe*, Avebury-Aldershot (ISBN 1 85628 516 2), pp.93-126.

Révész T. (1994): How the Hungarian households fared during the first period of transition, *Economics of Transition*, Volume 2 (1), pp. 95-101.

- Révész T. (1995): Háztartásstatisztika - Érvényességvizsgálat, *Statisztikai Szemle*, Vol. 73., No. 1., pp. 31-49.
- Révész T. - Zalai E. (1995): Data base for the CGE model and some simulation results, mimeo, *Tax and Budget Reform in Hungary - ACE Conference*, Budapest
- Révész T. - Braber, M.C. - Cohen, S.I. - Zolkiewski, Z. (1996): Policy Modeling under Fixed and Flexible Price Regimes - SAM-CGE Transitional Applications, *Journal of Policy Modeling*, Vol.18, No.5., pp.495-521.
- Révész T. (1998a): Az IS-LM rendszer eredeti modelljei és továbbfejlesztései, Ph.D. makroökonómia házidolgozat, kézirat, *Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetem*
- Révész T. (1998b): Környezetpolitikák gazdasági hatásainak modellezése, *A Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetem Jubileumi tudományos ülészakának 4. tanulmánykötete*, pp. 2915-2930.
- Révész T. (1999): A HUGE modell pénzügyi moduljának bemutatása, *GM Gazdaságelemző Intézet 6/99. sz. munkaanyaga*
- Révész T. - Morris, G. - Zalai E. - Fucskó J. (1999): Integrating environmental taxes on local air pollutants with fiscal reform in Hungary: Simulations with a computable general equilibrium model, *Environment and Development Economics 4 (1999)*: pp. 537-564. Cambridge University Press
- Révész T.- Zalai E. (2000): A magyar gazdaságstatisztikai adatforrások és az alkalmazott egyensúlyelméleti modellezés, *Statisztikai Szemle*, 78. évfolyam 2-3.szám, pp. 97-117.
- Révész T. (2000): Összefoglaló az olajárváltozás hatásvizsgálat eddigi eredményeiről Gazdasági Minisztérium, kézirat