

Augusztinovics Mária

Miről szól az input-output modell?

Három kérdésre keressük a választ: 1. Miért volt az input-output a legünnepeltebb kvantitatív makrogazdasági modell az 1950-es és 1960-as években? 2. Miért gondolják sokan, hogy mára elavulttá vált? 3. Mi az input-output modell lényege, ami soha nem fog elavulni?*

E rövid cikk három állítást kockáztat meg, és három kérdésre próbál válaszolni.

1. Fénykorában, az 1950-es és 1960-as években az input-output volt a legünnepeltebb kvantifikálható makrogazdasági modell. Intenzív elméleti kutatás és széles körű gyakorlati alkalmazás tárgya volt. Valamivel később kivívta alkotójának a Nobel-díjat. Miért?

Alig néhány évtizeddel az 1929-es nagy válság és a második világháború után Keynes Általános elmélete meghatározó volt a közgazdasági gondolkodásban, nagy érdeklődés mutatkozott a gazdasági növekedés és az intervencionista állami gazdaságpolitika kérdései iránt. Az elmélet a gazdasági növekedésnek, a javak és jövedelmek termelésének reális tényezőivel, a munkával és a tőkével foglalkozott. A kormányok lassanként elfogadták a jóléti állam születő gondolatát, felelősséget vállalva a gazdasági növekedésért és a polgárok jólétéért. A két rendszer, két világhatalom között folyó nagy versenyben mindkét oldalon ennek alapján szemlélték, sikermutatónak tekintették a növekedést, a jólétet egyaránt.

Ezért kevesen kérdőjelezték meg, hogy az államnak valamiféle irányítást, ellenőrzést kell gyakorolnia a gazdaság felett, bár az ellenőrzés mértéke természetesen vita tárgya volt, és országról országra változott. Kulcsszóvá vált a tervezés, direktív vagy indikatív, és még a tervezési módszereknek is tulajdonítottak némi politikai jelentőséget.

A gazdaság irányításához mindenképpen szükség van elemzési eszközökre, hiszen ezek nélkül nem lehetne értékelni a tervezett vagy végrehajtott intézkedéseket, felmérni, hogy elérhetők-e vagy már el is érték-e a kívánt célt. Így a piacgazdaságokban kifejlődtek a nemzeti számlarendszerek, a *flow of funds* modellek és más, makroszintű elszámolási keretek. A tervgazdaságokban pedig a népgazdasági mérlegeket – például a nemzeti jövedelem mérlegét – már hosszabb ideje alkalmazták.

Az elszámolás azonban – akár számlákon, akár mérlegekben – csupán egyoldalúan megfigyelt áramlások aggregátumait tudja kezelni. Ezeket az áramlásokat az egyes gazdasági szereplők tapasztalják és jelentik a maguk módján. Nagyon ritkán lehet egyeztetni

* A szerző *What Input-Output is about* című cikkének magyar változata. Az angol eredeti a *Structural Change and Economic Dynamics* 1995. évi 6. számában jelent meg, a Wassily Leontief 90. születésnapját köszöntő gyűjteményben.

az áru- vagy jövedelemáramlások eredetét a rendeltetéssel, hiszen ehhez egyetlen eseményről két egybehangzó megfigyelésre lenne szükség. A konzisztencia, az ellentmondásmentesség ellenőrzése így a mérleg kétoldali főösszegeinek egybevetésére korlátozódik: ezek vagy egyeznek, vagy nem. (Statisztikusok és tervezők sokasága tanúsíthatja, hogy általában nem egyeznek.)

Itt lépett színre az input-output tábla, magyar nevén az ágazati kapcsolatok mérlege. Az a szinte banálisan egyszerű gondolat, hogy a gazdasági áramlásokat egy *mátrixban* kell ábrázolni, eredet és rendeltetés szerint egyidejűleg, forradalmasította a makrogazdasági elszámolások konzisztenciaellenőrzési lehetőségeit – legalábbis elvben. (A gyakorlatban, egy-két ország kivételével, máig sem valósult meg a nemzetgazdasági elszámolások integrált rendszere. A nemzeti számlákat és az ágazatközi kapcsolatok mérlegét általában külön-külön készítik, miáltal persze gyakran nem is hasonlítanak egymásra.)

Sose fogom elfelejteni azt az esetet, amikor az input-output táblát először hasznosítottuk Magyarországon. 1959. január elsejére a termelői árak radikális reformját készítették elő. Az árrendezés előzetes mérlege – az új áron számított 1959. évi nemzeti jövedelem – 1958 végén 13 milliárd forint hiányt mutatott. Ez akkor horribilis összeg volt, megközelítette a nemzeti jövedelem tíz százalékát, és úgy tűnt, súlyosan veszélybe került a következő évi pénzügyi egyensúly. (A magyarázat világos volt, de fülön csíphetetlen: a minisztériumok és nagyvállalatok kivétel nélkül „túlbecsülték” az anyagköltség árindexét, és „alulbecsülték” saját termékeik árindexeit – a „becslési hiba” kényelmes nyereségtartalékokat biztosíthatott volna számukra a következő évekre.) A Tervhivatal pénzügyi főosztályának vezetője díjat tűzött ki: minden megtalált milliárdért egy üveg pezsgőt. A hiányvadászat hetekig folyt lelkesen, de eredménytelenül.

Végül, hosszas rábeszélés után, nyögve-nyelve, a vezetés hozzájárult ahhoz, hogy az átárazás alapjául készüljön egy viszonylag nagyméretű ágazati kapcsolati mérleg. Ez szokatlan, idegen volt a hagyományos tervezési gyakorlatban, mégis elrendelték a „sakkozást”. (Az ágazatközi mérleget akkoriban sakkábramérlegnek is nevezték, a sokféle magyarítási kísérlet egyikeként.) Mátrixelemről mátrixelemre, a kibocsátó és a felhasználó ágazatot képviselő tervezők kénytelenek voltak egy asztalhoz ülni, és megegyezni előbb a szóban forgó áramlás terjedelméről régi áron, azután pedig a mindkét oldalon alkalmazandó árindexről. Egy héten belül megkerült mind a 13 milliárd forint. Később, amikor már mindenki kialudta magát, persze összegyűltünk ünnepelni. Irodalmi vénával megáldott kollégáink a helyszínen felolvasott balladákban és drámatörésekben örökítették meg a „sakkozás” nevezetesebb eseményeit és szereplőit; megittuk a 13 üveg pezsgőt, és még sokkal többet; nagyszerű buli volt.

Az input-output természetesen sokkal több, mint az ágazatközi mérleg; a tábla csupán a makrogazdasági *modell* alapja. Az eredeti statikus modell homogenitást és linearitást tételez fel; ezek olyan általánosan ismert és elfogadott feltevésekké váltak, hogy kifejtésükre már nincs is szükség. Az ember egyszerűen azt mondja, hogy Leontief termelési függvény, és minden világos. Ezekkel a feltevésekkel a modell meghatározza az adott végső kibocsátáshoz szükséges teljes termelést – későbbi kiterjesztésekben a szükséges elsődleges ráfordításokat, vagy éppen fordítva – az inverz segítségével. Erről sem kell sokat magyarázni, nem kell a Minkowski-típusú mátrixok ilyen-olyan tulajdonságairól értekezni. Az ember egyszerűen azt mondja, hogy Leontief-inverz, és minden világos.

Az ágazatközi tábla a termelők és felhasználók közötti *közvetlen* kapcsolatokat ábrázolja. Az inverz, a modell lelke viszont a *közvetett* kapcsolatok végtelen láncolatát tárja fel, és pontosan ez az, ami nélkülözhetetlen mind az elméleti gondolkodáshoz, mind a végrehajtott vagy szándékolt gazdaságpolitikai intézkedések gyakorlati elemzéséhez.

A modell koncepcionálisan készen volt már az 1930-as években, de valami még hiányzott. A számítógép, a kezdetben bumfordi, lassú és követelődző masina megjelenése tette

lehetővé azt, ami korábban lehetetlen volt: viszonylag nagyméretű *lineáris egyenletrendszerek* numerikus megoldását. (1960-ban egy 12×12 -es méretű mátrix invertálása 16 órát vett igénybe az MTA első és akkor egyetlen számítógépén. Persze volt technológiai lemaradás és volt COCOM-lista.)

Az ideológiai ellenállást is le kellett küzdeni, mindkét oldalon. Nyugaton az input-output modell filozófiája és alkalmazása mögött sokan valamiféle burkolt kommunista összeesküvést gyanítottak. Keleten a matematikai módszerek közgazdasági alkalmazása a legjobb esetben is revizionizmusnak számított, a burzsoá mételey terjesztésének. Az ideológiának azonban vissza kellett vonulnia. Adott volt a szükséglet, adott volt a szükségletet kielégítő modell, és adott volt a modellt megoldani képes gép. Az input-output modell jött, látták és győzött; meghódította a világot Washingtontól Delhiig, Oslótól Kairóig, Párizstól Moszkváig.

2. Manapság sokan úgy gondolják, hogy a input-output modell elavult. Ellenfelei ezt állítják hangosan, hívei ezt érzik csendben szorongva, nosztalgiával. Miért?

Az empirikus makrogazdasági modellezés nagyot haladt előre az elmúlt két-három évtizedben. Ami a tárgyat illeti, megjelentek a SAM-ok (Social Accounting Matrices) azon a területen, ahol az input-output valóban gyenge: a jövedelemelosztás és újraelosztás területén. Sajnos, az input-output művelői és a SAM hívei máig sem nem látszanak együttműködésre hajlamosnak, bár sok az átfedés, ágazatközi blokkok épültek be a SAM-okba, és az input-output modellt alkalmazták jövedelemáramlásokra.

Ami a technikát illeti, a számítógép hihetetlenül gyors fejlődése volt a húzó és toló erő. Hamarosan lehetségessé vált – nagyméretű egyenlőtlenségrendszerek által korlátozott – függvénymaximumok vagy -minimumok meghatározása. Ez a numerikus makrogazdasági modellek egy új családját hozta divatba, a *lineáris* – később már *integer* – programozási modellekét. Itt már a filozófia is valamivel elfogadhatóbb volt a nyugati közgazdasági gondolkodás számára, hiszen az optimalás visszatért a színre, ha nem is egyéni, de legalább kollektív formában. Vég nélkül el lehetett vitatkozni azon, hogy mi legyen a célfüggvény. (Emlékszem, némileg zavart voltam, amikor az egyik input-output konferencián egy másik nagy öregember, Ragnar Frisch azt javasolta, hogy a célfüggvényt népszavazás döntse el.) Pragmatikusabban a célfüggvényt érzékenységi vizsgálatra használtuk: azt elemeztük, hogy egyik-másik-harmadik célfüggvény hogyan hat a megoldásra. Divatba jöttek az árnyékárak is, bár arányaik általában teljesen irreálisak voltak valóságos árrendszerek leképezésére.

Az egyre gyorsabb és nagyobb teljesítményű számítógépek nagyméretű nem lineáris problémákat is megoldhatóvá tettek. Ezzel elterjedt a nemlineáris programozás, és sokat nyert az ökonometria. A lényeges fejlemény azonban az volt, hogy megjelent az input-output új versenytársa, az alkalmazott általános egyensúlyi modell (kezdetben Computable, azután Applied General Equilibrium). A CGE-nek, majd AGE-nek becézett modellek tulajdonképpen ugyanazokat a kérdéseket vizsgálják, amelyek korábban az input-output hatáskörébe tartoztak. A nagy különbség az, hogy most már lehetséges egyidejűleg (szimultán) számítani mennyiségeket és árakat, míg ez továbbra is vagy-vagy kérdés maradt a lineáris input-output számára.

Csak hát, hogy a modell négyzetes-e vagy téglalap alakú, optimalizáló-e vagy ökonometriai, lineáris-e vagy nemlineáris – ezek ma családi vitatémák a szűkebb szakmán belül. A külvilág érdeklődése másfelé fordult.

Az esti gazdasági híreket nézve az NBC-n vagy a CNN-en, az embernek az a benyomása támad, hogy a gazdaság föl-le ugráló Dow Jones- és más indexekből áll, amelyek elektronikusan szaladgálnak körbe a világ tőzsdéi között, New Yorktól Frankfurtig, Lon-

dontól Tokióig. Termelés, technológia, építkezés, fogyasztás és hasonló jelentéktelen ügyek alig kerülnek szóba, a hír az, ha megingatnak egy valutát, vagy valami nagy botrányt kavarnak a pénzpiacokon.

Egy túlméretezett, élődsi pénzügyi felépítmény dominálja a gazdaságot. A javak és szolgáltatások termelése a háttérbe szorult, ahol a tőke csendesen, de gyorsan mozog a határokon át, olcsó munkaerőt keresve. A társadalmak megtanultak együtt élni az inflációval és a munkanélküliséggel, hosszan tartó recessziókkal a valós növekedés helyett.

A nagy versenynek gyakorlatilag vége. A volt szocialista országok gazdasága összeomlott, az átmenet lépett a peresztrojka helyébe. A jóléti állam mindenütt visszavonulóban van, mert – mind mondják – a kormányok már nem engedhetik meg maguknak, hogy fenntartsák azokat a nagy elosztó rendszereket. Az éjjeliőrállam lett újra divatos, gazdasági felelőssége arra korlátozódik, hogy támogassa a drágán termelő farmereket, és megmentse az igazán befolyásos óriásokat, ha azok komoly bajba keverednek. A „tervezés” ma csúnya szó. Az állami beavatkozás elítélendő. Vannak, akik nyíltan mondják, hogy a legjobb gazdaságpolitika az, amelyik nincs is.

A makroökonómiában a mikroalapokra építés a divat, ami önmagában is ellentmondás. A gazdasági folyóiratok technikái zsargonnal vannak tele. Spill-over helyettesíti a kölcsönös összefüggéseket, miópia homályosítja az egyébként tökéletes előrelátást, a racionális várakozás pedig sokkal elegánsabb, mint egy közönséges extrapoláció.

Egyetlen ország egyszerű ágazatközi táblája látszólag sokkal kevesebb releváns információt hordoz, mint néhány évtizeddel ezelőtt. Még az input-output világmodellt megcélzó, heroikus vállalkozás sem lehetett igazán sikeres, főként az érdeklődés hiánya miatt, de azért sem, mert a homogenitási és linearitási feltevések nehezen egyeztethetők össze az előrelátható, mélységes strukturális változásokkal az egyébként teljesen beláthatatlan jövőben. (Mellesleg, az a jóval kitartóbb erőfeszítés, amely az ökonometriai rivális, a LINK életben tartására irányul, szintén nem kényeztet el brilliáns eredményekkel.)

Egy $x = (I - A)^{-1}y$ típusú egyenlet megoldása már nem tűnik igényes feladatnak, intellektuálisan kielégítőnek. A játékelmélet és a káoszelmélet hódít a gazdasági modellek szerkesztésében. Különösen a fiatalabb közgazdászok nemzedékek új kihívásokra vágyanak, és az új kereslet felé fordulnak, amelyet elsősorban a túlburjázott pénzügyi felépítmény támaszt.

Mindez nem jelenti, hogy ne lennének értékes, új eredmények az input-output területén. Érdekes, újító tanulmányok folyamatosan jelennek meg, beszámolnak a modell bővítéséről, új alkalmazásokról, kiterjesztik a vizsgálat tárgyát és csiszolják a módszert. Az egyszerű, átlátható, determinisztikus, lineáris input-output modell aranykora azonban bizonyosan véget ért.

3. Az input-output lényege sohasem avul el. Beépült a közös tudás tárházába, amelyet a valóság iránt érdeklődő közgazdászok jövőendő nemzedékei mind örökölnék majd. Miért?

Kétségtelenül csökkent azoknak a száma, akik magukat input-output specialistának tekintik. De nézzünk csak körül: nincs olyan értelmes SAM vagy optimálós, vagy ökonometriai, vagy CGE-modell, amelyben ne lenne ágazatközi blokk a közvetlen termékáramlások leírására. Azután a megfelelő numerikus módszerrel a közvetett, körkörös hatások végtelen láncolatait ezen a blokkon keresztül is követik. A lényeg tehát nem vészett el, csak más formát öltött, beépült más, bonyolultabb struktúrákba. A lényeg ugyanis nem az adott végső kibocsátáshoz szükséges teljes termelés, hanem a gazdaság duális és körkörös jellege.

A gazdasági szereplők közül A olajat pumpál a felszínre, és eladja B -nek, aki elégeti az olajat, és elektromos áramot szolgáltat C -nek, aki fémot olvaszt és eladja D -nek, aki

autót gyárt E -nek, aki szarvasmarhát nevel és eladja F -nek, aki hamburgert gyárt. Ez így egy sima, egyirányú láncnak tűnik. Csakhogy A , B , C , D , E és F valamennyien esznek hamburgert, autóval közlekednek, árammal világítanak, és olajjal fűtenek. Tegyük hozzá korszerűbb szempontokat is: valamennyiük gyermekeit az iskolában G tanítja, aki H tanítványa volt az egyetemen. Valamennyien, G -t és H -t is beleértve, időnként felkeresik J -t, aki megméri a vérnyomásukat, és K -hoz küldi őket, ha műtetre van szükség. Tegyük fel a koronát: valamennyien L közvetítésével fizetnek egymásnak, aki egy bankot vezet. És, persze, G , H , J , K és L valamennyien esznek hamburgert ... és így tovább, a végtelenségig.

Az így keletkező közvetlen és közvetett kapcsolatok hálózata nemcsak azért *duális*, mert minden áramlásnak van eredete és rendeltetése, közvetlenül mindegyik két szereplőt köt össze, hanem főként azért, mert minden áramlást megelőz vagy követ egy ellenkező irányú *pénzáramlás*. Az olajat, az áramot, az autót, a hamburgert, az oktatási, egészségügyi és bankszolgáltatásokat nem azért termelik, mert hasznosak annak, aki fogyasztja őket, hanem mert *jövedelmet* biztosítanak annak, aki előállítja őket. A dualitás abból fakad, hogy a javakat és szolgáltatásokat a piacon értékesítik, ahol A -tól L -ig mindenki találkozik, hogy ott cseréljék ki termékeiket. A dualitás a *menyiségek és árak* örökzöld közgazdasági dichotómiájában tükröződik, amelyet a makrogazdasági modellek ábrázolni törekcsenek, akár külön-külön, akár szimultán módon.

A *körköröség* gyökerei mélyebbek. A körköröség a specializációból ered, vagy – régiesebb kifejezéssel – a termelésben kifejlődött *munkamegosztásból*. Mindenki, A -tól L -ig, a saját szakmáját űzi, és csak abban szakértő. De nem élhetnek egymás nélkül, akár felismerik ezt, akár nem. A *kölcsönös összefüggések* rendszere, amely a körköröségből származik, annyira összetett, hogy nem látható át az egyes szereplők számára, és nem vezérelhető egyéni hasznosságmaximálással – még akkor sem, ha elfogadjuk a csacska feltevést, amely szerint az egyének preferenciái egyformák.

Volt egyszer, hol nem volt egy fiatal tudós, akit Wassily Leontiefnek hívtak, aki disszertációjának a *Gazdaság mint körforgás (Die Wirtschaft als Kreislauf)* címet adta. Azóta is, egész életében azon dolgozott, amiről a makroökómia *Quesnay* óta szól: olyan ábrázolási formák és elemzési eszközök létrehozásán, amelyekkel megragadhatjuk a kölcsönös összefüggéseket, a *gazdasági körforgást (circular flow)*.

Quesnay a híres Tableau-ban a korabeli gazdaság körkörös leírását adta. *Marx* a tőke körforgásának szentelte *A tőke* egész második kötetét, két- és többszektoros újratermelési sémákat, számpéldákat szerkesztett. Ők nem rendelkeztek megfelelő matematikai eszközökkel. *Keynes* hozzájárulása a (skaláris) multiplikátor – akkor a mátrixaritmetika már létezett, de ő utálta a matematikát. Egyikük sem élte meg a számítógép korát.

Az input-output úgy született, mint a *gazdasági körforgás első, formalizált és számszerűsíthető modellje*, amely képes megragadni a körköröség végtelen jellegét, mégis véges számokat produkál a *valóságos* nagyságrendek és arányok leírására. Az évszázados közgazdasági probléma és az *akkor* legalkalmasabb matematikai eszköz házasságából született – ez a szerencsés pár pedig éppen összetalálkozott a számítógéppel.

A formalizálás fontos, mert az *általános érvényességet* csak matematikailag lehet bizonyítani. A számszerűsítés nem kevésbé fontos, mert a *relevanciát* empirikusan kell bizonyítani. Éppen ezért néha meg kell alkudni: az éppen legújabb matematikai vívmány nem feltétlenül operacionális még, az alkalmazhatóságot pedig nem szabad feláldozni az elegancia kedvéért. Például a játékelmélet és a minimaxtétel már jól ismert volt, de nemzetgazdasági szinten még aligha alkalmazható, amikor az input-output modellezők már világszerte buzgón invertálták a mátrixaikat.

Másfelől viszont egy közgazdasági probléma, amely olyan fontos és bonyolult, mint a gazdasági körforgás, mindenkor megérdemli az *akkor* legfejlettebb matematikai eszközt,

amely lehetővé teszi az *akkor* legjobb elméleti bizonyításokat és empirikus felismeréseket. Ez az input-output modell fundamentális tradíciója, amelyet a makroökonómia meg fog őrizni.

Ki tudja, miféle termelési struktúra és miféle matematikai eredmény várható még a jövőben. Talán elég lesz két ember, hogy energiával és három, hogy élelmiszerrel lássa el a földkerekség egész emberiségét. Néhány százezren a gyermekeket fogják tanítani telekommunikációs közvetítéssel, az összes többi pedig a pénzpiacokon fog serénykedni, vagy űrhajókon repked az égben. De akkor is, mindenképpen, *munkamegosztás* lesz közöttük, amely elválasztja, és ugyanakkor összeköti a tevékenységeket, közvetlen és közvetett, végtelenül körkörös szálakkal.

A kölcsönös összefüggések rendszere, következőképpen a gazdasági körforgás fogalma fennmarad, és a közgazdaságtan, amíg létezik, kutatni fogja ezeket formalizált, számszerűsíthető modellekkel. Ha Mandelbrot-halmazok fogják elfoglalni a négyzetes mátrix helyét, az ilyen modellek akkor is csupán általánosított utódai lesznek az eredetinek, az úttörő input-outputnak.

