ORSZÁGOS TERVHIVATAL
TÁVLATI TERVEZÉSI FŐOSZTÁLY

MTA KÖZGAZDASÁGTUDOMÁNYI INTÉZET

Kornai János:

PROGRAMOZÁSI SZÁMITÁSOK ALAPJÁN BECSÜLT MAKROFÜGGVÉNYEK

Budapest, 1969. november

Programozási számitások alapján becsült makrofüggvények

1. Az elgondolás általános ismertetése

A tervezés céljaira kidolgozott lineáris programozási modellekkel általában nem egyetlen számitást végzünk, hanem hosszabb számitássorozatot. Most pl., az 1971-75. évekre vonatkozó összevont modellel[x/] eddig 55 számitás készült, s előreláthatólag még további számitásokra is sor kerül.

Minden egyes számitás külön-külön is fontos információkat szolgáltat. Különlegesen jelentős azonban együttes értékelésük, elemzésük. Ennek sokféle módszere van. Pl. - némi önkényességgel - kiválasztunk néhány programot, s ezeket részletesen összehasonlitjuk. Vizsgáljuk a programok érzékenységét; fő mutatóik stabilitását, illetve labilitását; átlagaikat és szórásaikat, stb.

Javaslatom nem az eddigi elemzési eljárások helyettesitésére, hanem azok kiegészitésére szolgál. Lényege: a programozási számitássorozat egész adatanyagának felhasználásával, matematikai-statisztikai paraméterbecsléssel népgazdasági szintre aggregált makrofüggvényeket számitunk ki.[xx/]

---

x/ Ismertetését lásd Ujlaki Zsuzsa cikkében: "Az összevont programozási modell felhasználása a IV. ötéves tervkoncepció kidolgozásában", Közgazdasági Szemle. 1969. szeptember, lo33-lo46 old.

xx/ Az elgondolás lényegét "A népgazdasági szintü számitások értékelése" c. tanulmányomban ismertettem először. /Lásd Népgazdasági Programozás 1966-7o., 29. tájékoztató, I. kötet, 118-122 old./ Ott numerikus számitásokat is végeztünk, a "többszintü tervezés" számanyagának felhasználásával. Ott kizárólag un. "termelési függvényt" /azaz a nemzeti jövedelem, a tőke és a munka közti összefüggést/ számitottuk ki. A jelen javaslat ugy tekinthető, mint az ott előadottak általánositása.

A programozási modellel végzett számitásokat ugy tekintjük, mintha "kisérleteznénk" a népgazdasággal. Nem az élő népgazdasággal folytatjuk a kisérleteket, hanem csak szimuláljuk a népgazdaság különböző hipotétikus állapotait. Egy-egy programozási számitás, minden bemenő és kimenő adatával együtt, egy-egy kisérletnek, egy-egy hipotétikus állapotnak minősül. A számitássorozat valamennyi száma, adata és eredménye együttesen szolgál a matematikai-statisztikai elemzés /elsősorban regressziószámitás/ alapjául. Pl. megfigyeljük 5o számitásban a nemzeti jövedelem /Y/, az állóalap /K/ és a létszám /L/ nagyságát. Az 5o adathármashoz - matematikai-statisztikai módszerrel - egy Y = f/K,L/ termelési függvényt illesztünk. Vagy megfigyeljük 5o számitásban a következő három adatot: tőkés devizaegyenleg /D/, összes fogyasztás /C/ és összes beruházás /I/. Az 5o adathármashoz egy D = f/C,I/ függvényt illesztünk.

E két egyszerü példa is szemlélteti: a programozási modellekhez felhasznált, illetve segitségükkel nyert számok soktizezres tömegének felhasználásával, azokból kiindulva nagyon erősen összevont, alapvető jelentőségü népgazdasági összefüggések számszerüsitéséhez jutunk el.

Ezeknek az összefüggéseknek az ismerete fontos támpontot adhat a tervezéshez. Egyrészt: a tervezés kezdetén elősegitheti kiinduló koncepciók kialakitását, több variánsban. Másrészt: a későbbi munkában felhasználható a részletesebb modellek /pl. a 1oo változós összevont, vagy a 2ooo változós részletes lineáris programozási modell/ eredményeinek ellenőrzésére.

2. Fogalmak és jelölések

Az alábbiakban néhány fogalmat és jelölést vezetünk be. Ez kizárólag azt a célt szolgálja, hogy a közremüködők különböző csoportjai /a lineáris programozás közgazdászszerkesztői, a matematikai statisztikusok és a számitástechnikusok/ számára közös nyelvet alakitsunk ki.

A lineáris programozási modellel foglalkozó közgazdász megszokta: vannak bemenő adatai, az együtthatók és a korlátvektor és vannak kimenő eredményei, a primális és a duális optimális program. Most azonban, a makrofüggvények számszerüsitéséhez megváltozik a számok szerepe. A regressziószámitást végző matematikai statisztikus bemenő adatként használja a programozási modellnek mind a bemenő, mind a kimenő számait /de nem valamennyit, csupán egyeseket közülük./ Az ezzel kapcsolatos fogalomzavar elkerülésére kell ujra átgondolnunk számaink helyét és szerepét ebben az uj számitásban. Ezt szolgálják a most bevezetésre kerülő fogalmak és jelölések, amelyekkel tulajdonképpen nagyon egyszerü /csak kissé szokatlan/ kapcsolatokat irunk le.

Adva van egy lineáris programozási modell, a továbbiakban röviden LP-modell, amellyel a következő számitást kivánjuk végezni.x/

$$/1/ \quad \left\{\begin{array}{ll} A\,x \leqq b & \qquad p\,A \geqq c \\ x \geqq 0 & \qquad p \geqq 0 \\ c\,x \longrightarrow \max! & \qquad p\,b \longrightarrow \min! \end{array}\right.$$

A modellben összesen m számu feltétel és n számu változó szerepel.

x/ A jelen feljegyzésben nem tüntetem fel, hogy a vektor sor-, vagy oszlopvektorként szerepel. Ahol vektormüveletekről van szó, ott a vektor jellege egyértelmüen kitünik a képletben elfoglalt helyéből.

Számitássorozatunk összesen S számu számitásból áll. Az s-edik számitás /s = 1, ..., S/ a következő e l s ő d l e g e s t r a n s z f o r m á c i ó t jelenti:

$$\left[A_s, b_s, c_s \right] \longrightarrow \left[x_s, p_s \right]$$

Az elsődleges transzformáció a baloldalon leirt bemenő adatokból, a feltételi együtthatókból, korlátokból és célfüggvényegyütthatókból kétféle kimenő eredményt állit elő: az optimális primális és duális programot, amelyet x_s-sel és p_s-sel jelöltünk.

Ezután sor kerül m á s o d l a g o s t r a n s z f o r m á c i ó k r a. Ezek három fő csoportját különböztetjük meg:

1. Kiszámitjuk a feltételek t e l j e s i t é s i v e k t o r á t, r_s-t:

$$/3/ \quad r_s = A_s x_s.$$

Gyakorlatilag nem szükséges ezt a számitást elvégezni; egyszerübb a korlátból kivonni a maradékváltozót /illetve alsó korlát esetén hozzáadni a tulteljesitési változót/.

2. Kiszámitjuk az e n d o g é n m u t a t ó k v e k t o r á t, q_s-t. Itt olyan mutatókról van szó, amelyeket a négy alapmüvelet segitségével az $\left[A_s, b_s, c_s, x_s, p_s \right]$ számanyagból - egyéb számanyag felhasználása <u>nélkül</u> - állitunk elő. Pl. "termelési érték összesen", az x_s primális program megfelelő komponenseinek egyszerü összegezésével. Vagy: "az uj technológiával előállitott termelés összes létszámigénye", az optimális primális programvektor megfelelő

komponenseinek és az együttható matrix megfelelő együtthatóinak skaláris szorzataként előállitva. Ide tartozhatnak tehát egyszerü aggregációk; különbségek képzése; viszonyszámok; megoszlások és igy tovább.

3. Kiszámitjuk az e x o g é n m u t a t ó k v e k t o r á t, t_s-t. Itt olyan mutatókról van szó, amelyeket a négy alapmüvelet segitségével az endogén $[A_s, b_s, c_s, x_s, p_s]$ számanyag, valamint e x o g é n e g y ü t t h a t ó k segitségével állitunk elő. Pl. a modellben beruházási korlátok szerepeltek, de utólag kiszámitjuk az állóeszközigényt.

A legtöbb müvelet megoldható olymódon, hogy az exogén együtthatókat egy D_s matrixban rendezzük el. A matrixnak n oszlopa vnn, a változók számának megfelelően. A matrix sorainak száma annyi,ahányféle exogén öszszefüggést akarunk figyelembe fenni. Ilymódon az exogén mutatók vektora előállitható a következő matrix-vektorszorzattal:

/4/ $t_s = D_s x_s$.

/Az egyszerüség kedvéért itt most elhanyagoljuk azokat az exogén mutatókat, amelyek nem állithatók elő matrix-vektorszorzással. Nyilvánvalóan nincsen semmi akadálya annak, hogy másféle müveleteket is végezzünk, s igy D_s alkalmasan elrendezett többméretü tömböt jelöljön. A tapasztalat szerint azonban egyelőre kizárólag olyan mutatókat számitottak ki, amelyek a /4/ képlet szerint előállithatók./

A másodlagos transzformáció eredményeképpen, most már együttesen áttekintve a fenti 1.-2-3. pontokban jelzett müveleteket, megkapjuk az u_s m u t a t ó v e k t o r t:

$$/5/ \quad \left[A_s, b_s, c_s, x_s, p_s, D_s\right] \longrightarrow \left[r_s, q_s, t_s\right] = u_s$$

Mint látjuk, a másodlagos transzformáció során a <u>bemenő</u> adatok között szerepelnek mind az LP-modell bemenő adatai, mind az LP-modellel nyert optimális primális és duális program, mind pedig az LP számitásban egyáltalán nem használt exogén együtthatók.

Feljegyzésemben másodlagos transzformációnak neveztem el azoknak a mutatóknak a képzését, amelyeket egy-egy programozási számitás után eddig is kiszámitottak, a jelentések, a felső vezetésnek adott beszámolók, összefoglaló táblázatok céljaira. Ezeket eddig zömében kézzel számitották ki; fokozatosan át lehet majd térni gépi kiszámitásukra. A lényeges azonban nem az, hogy kézzel vagy géppel számitják-e ki őket, hanem az, hogy lássuk: itt az LP-számok egy másodlagos transzformációját valósitjuk meg.

Az elsődleges és másodlagos transzformáció tehát eddig is megtörtént /legfeljebb a másodlagos transzformációk köre tovább bővithető./ Az eddigi müveletek ebben az értelemben függetlenek a makrofüggvények ügyétől. Most térünk rá a számok olyan osztályozására, amelyek már kifejezetten a makrofüggvények meghatározásához kapcsolódnak.

Mindenekelőtt - a mondanivaló egyszerübb kifejtése érdekében - képzeljük el, hogy az egész számanyagot egyetlen hosszu sorban, egy óriási sorvektorban irjuk fel. Ezt a sorvektort az s-edik számitás s z á m a n y a g á nak nevezzük és v_s-sel jelöljük:

$$/5/ \quad v_s = \left[a_{s1}, \ldots, a_{sm}, c_s, x_s, p_s, r_s, q_s, d_{s1}, \ldots, d_{sm}, t_s\right]$$

Az 1971-75. összevont népgazdasági programozási modell esetében a v_s vektornak kb. lo-12.ooo komponense lehet, beleértve az A matrix valamennyi nulla-együtthatóját is.

Felhivom a figyelmet arra, hogy a v_s vektor komponensei között nem szerepel a b_s korlátvektor. A továbbiakban ugyanis nem az LP-számitás, az elsődleges transzformáció céljaira megadott korlátoknak van jelentőségük, hanem az r_s teljesitési vektornak, a korlátok tényleges kimerülésének.

Képezzük ezekután az egész számitássorozat valamenynyi számitásához tartozó számanyagok V matrixát:

$$/6/ \qquad V = \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ v_s \end{bmatrix}$$

Matrixunknak eszerint lo-12.ooo oszlopa és /5o számitásból álló sorozat esetén/ 5o sora lenne.

Szerencsére ezt a matrixot csak "fejben" kell összeállitanunk, a fogalmi tisztázás kedvéért. A további számitásokhoz ugyanis elhagyható belőle minden olyan oszlop, amelynek valamennyi komponense egyenlő egymással. Ez azt jelenti mindenekelőtt, hogy elhagyjuk az A együttható-matrixnak minden olyan együtthatóját, amely valamennyi számitásban nulla volt - s ilyen a tizezernyi együtthatóból mintegy hétezer. Elhagyjuk továbbá mindazokat a számokat, legyenek azok akár együtthatók, akár program-komponensek, akár teljesitési, endogén vagy exogén mutatók, amelyek számszerü nagysága mind az S darab számitásban azonos volt. Akár azért, mert az LP-modell bemenő adatként mindvégig ugyanazt az adatot adtuk meg, akár azért, mert az elsődleges és másodlagos transzformációk után mindvégig ugyanazt az eredményt nyertük.

Végeredményben megkapjuk, matrix-formában elrendezve, a számitássorozat e l e m z é s i s z á m a n y a g á t, amelyet W-vel jelölünk. Az oszlopok száma, amelyet N-el jelölünk, itt már feltehetően csupán néhány száz, vagy talán ennél is kevesebb. A sorok száma S, mondjuk 5o: azaz annyi, ahány számitást végeztünk. A W matrix a "nagy" V matrix egy blokkja; ugyanannyi sorból, de sokkal kevesebb oszlopból áll. Ez a W matrix lesz a matematikai statisztikai elemzés tárgya.

Amikor a W matrixot a matematikai-statisztikai elemzés céljaira átadjuk, nyugodtan "elfeledkezhetünk" az oszlopok nagyon különféle eredetéről. Egyes oszlopokat eredetileg is "kivülről" adtuk meg, az LP-számitás céljaira, más oszlopokat elsődleges transzformáció /LP-számitás/ vagy másodlagos transzformáció /összegezés, exogén együtthatókkal való szorzás, stb./ utján nyertünk. Ez most már közömbös - mindenesetre itt van előttünk az a W matrix, az az elemzési számanyag, amelynek segitségével a további munkát végezzük.

A W matrix minden egyes oszlopa egy-egy i n d i k á t o r értékét adja meg, a számitássorozat különböző számitásaiban. Legyen az összes indikátorok száma N. Miután lebonyolitottunk S darab számitást, N nagysága már nem önkényesen meghatározható szám, hanem ez adódik az addig elvégzett számitásokból.

/Egy terminológiai megjegyzés. A "mutató" és az "indikátor" kifejezések természetesen szinonimák. Kizárólag a megkülönböztetés kedvéért neveztük a másodlagos transzformáció során kapott r^s,q^s és t^s vektorokat "mutatóknak", majd az egész elemzési számanyagból kiemelt N darab mutatószámot "indikátoroknak". Noha a két név szinonimája egymásnak, itt kétféle fogalmilag világosan elkülönülő mutatószám-együttes elnevezéséül szolgál./

Minden egyes indikátorhoz, pl. w_j-hez /$j = 1, \ldots, LN$/ S-féle érték tartozik: $w_{j1}, w_{j2}, \ldots w_{jS}$.

A m a k r o f ü g g v é n y e k a különböző indikátorok közti kapcsolatokat irják le. Összesen G-féle makrofüggvényt fogunk meghatározni. A h-adik makrofüggvény általános alakja a következő:

$$w_i = \varphi_h \left(w_j, w_k, \ldots \right) \qquad \begin{array}{l} i,j,k = 1,\ldots,K \\ i \neq j \\ i \neq k \\ h = 1, \ldots, G \end{array}$$

A függvény argumentumában egy-két-három indikátor szerepel. Általában egyváltozós, két-, vagy legfeljebb háromváltozós függvényeket fogunk meghatározni.

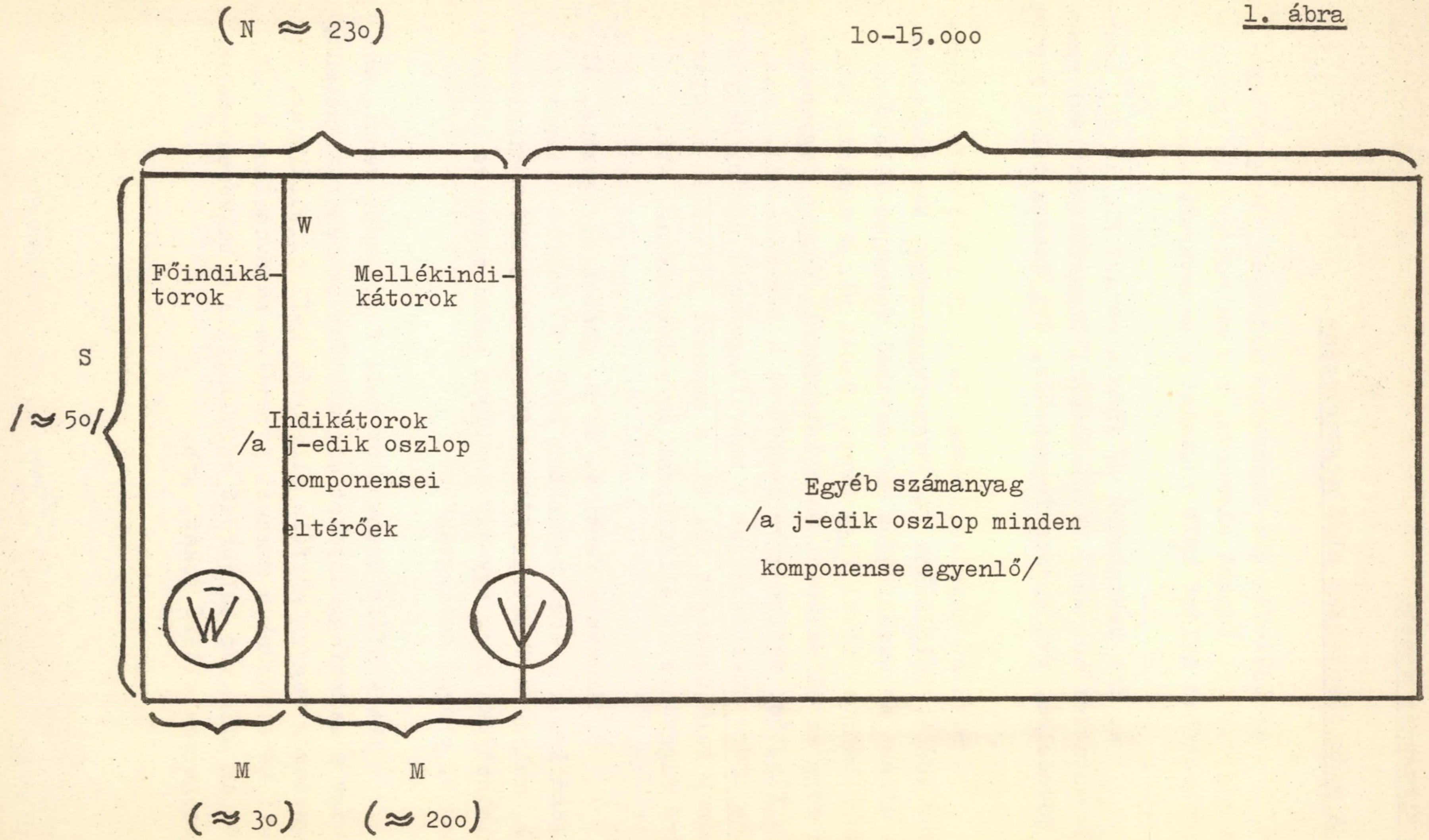
A φ_h függvény paramétereinek matematikai-statisztikai becsléséhez felhasználjuk $w_i, w_j, w_k \ldots$ egyenként összesen S-féle értékét, az S számu adatpárt, adarhármast, vagy adatnégyest.

A korábbi példát folytatva: w_i legyen pl. az egyik exogén mutató, a nemzeti jövedelem, w_j egy másik exogén mutató, az állóalap-lekötés, w_k pedig egy endogén mutató, a létszámigény. Ez esetben a $w_i = \varphi_h \left(w_j, w_k \right)$ függvény egy szokványos termelési függvény lehet. De hasonlóképpen megfogalmazható a másik példaként már emlitett összefüggés is: a független változó a fogyasztás indikátora és a beruházás indikátora, a függő változó pedig a fizetési mérlegegyenleg indikátora.

Nem tudjuk valamennyi indikátor között megfelelő összefüggéseket meghatározni. Ezért a N darab indikátor közül kiválasztunk majd M darab f ő i n d i k á t o r t, s azok összefüggéseit fejezzük ki makrofüggvények formájában. A fentiekben emlitettem, hogy - miután az S darab számitást elvégeztük, - az indikátorok száma, LN adva van. Ezzel szemben a főindikátorokat önkényesen - közgazdasági megfontolások alapján - választjuk ki az indikátorok közül. Számuk legfeljebb néhány tucat lesz.

A főindikátorként ki nem emelt indikátorokat a továbbiakban m e l l é k i n d i k á t o r o k-nak nevezzük. Számuk: N - M = H. Végeredményben az elemzési számanyag W matrixa két blokkra tagolódik: az M számu oszlopból álló főindikátorok $_{W}$ blokkjára és a H számu mellékindikátorokból álló másik blokkra.

1. ábra



(N ≈ 230)
10-15.000
W
Főindikátorok
Mellékindikátorok
S
/≈ 50/
Indikátorok
/a j-edik oszlop
komponensei
eltérőek
Egyéb számanyag
/a j-edik oszlop minden
komponense egyenlő/
W̄
V
M
(≈ 30)
M
(≈ 200)

3. A vizsgálat menete

3.1. A számitássorozat első megtervezése

Az 1971-75. évi összevont modellel eddig 55 számitás zajlott le. Ezeket elemezve, s a makrotervezés igényeinek ismeretében állást kell foglalni a következőkben:

A. Mit tekintsünk fő indikátornak? Kb. lo-2o, esetleg 3o mutatószámot kell kiválasztani. Ilyesféléket: évi nemzeti jövedelem, évi összes fogyasztás, évi összes tőkés export, stb.

B. Első megközelitésben le kell irni: mely főindikátorok között tételezünk fel összefüggéseket. Nem foglalunk előre állást az összefüggés matematikai formáját illetően, csupán abban: mi mivel függ össze. Tehát pl. a nemzeti jövedelem függ az állóalaptól és a létszámtól. Vagy a fogyasztás függ a fizetési mérleg-egyenlegtől és a beruházástól, stb. Esetleg előre tisztázhatjuk e makrofüggvények néhány nagyon általános tulajdonságát is. Pl. a nemzeti jövedelem monoton növekvő függvénye az állóalapnak és a létszámnak, stb.

C. Miután a fenti A. és B. pontot elvégeztük, át kell gondolnunk a most kezünkben lévő W matrix állapotát. Tudjuk, melyek a W matrix főindikátorai és mellékindikátorai. Áttekinthetjük, hogy egy-egy oszlopon belül mennyire eltérőek az adatok; eléggé "mozogtak"-e?

Itt kétféle szempontot kell figyelembe venni. Ahhoz, hogy a makrofüggvényeket megfelelően számszerüsithessük, a népgazdaság nagyon sokféle állapotát kell szimulálnunk. Pl. fel kell tételeznünk a nemzeti jövedelem szinvonalhoz a létszám és az állóalap különböző szinvonalát; a külkereskedelem kötöttségeinek eltérő fokát, stb.

Ezen tulmenően: minden olyan mellékindikátort, amelynek számszerü nagyságában bizonytalanok vagyunk, meg kell próbálni "véletlenszerüen" is ingadoztatni. Megfigyeljük: menynyire reagálnak e véletlen ingadozásokra a főindikátorok.

Mindezek alapján eldöntjük: milyen további LP-számitásokra /és a hozájük kapcsolódó másodlagos transzformációkra/ van szükség ahhoz, hogy azután eredményeikkel az eddigi elemzési számanyagot kiegészitve megfelelő matematikai-statisztikai elemzést végezhessünk.

Fel kell hivnom a figyelmet arra, hogy a C. pontban leirtakat nem tekintem a kérdés megnyugtató elméleti tisztázásának. Előttem nem egészen világos, hogy milyen elvek alapján kell megtervezni az egész számitássorozatot, hogy a makrofüggvények számszerüsitése igazán megnyugtató legyen. Ezt részben közgazdasági megfontolásokra kell alapozni, részben pedig a matematikai-statisztikus igényeire; azokra a tapasztalatokra, amelyeket szisztematikus kisérletsorozatok értékelésénél, illetve magának a kisérletsorozatok megtervezésénél szereztek.

Még egy szempont: természetesen nem igényelhetünk tulságosan sok uj számitást. Néhány tucatról lehet még szó - de nem néhány százról. Ezért pl. a véletlen ingadozás bevitelére esetleg nem kerül majd sor.

3.2. Az első számitássorozat befejezése

A fentiekben, a 3.1.c. pont alatt kialakitottuk a kiegészitő számitások tervezetét. Ezekután el kell végezni az ennek megfelelő LP-számitásokat, majd a másodlagos transzformációkat. Végeredményben összeáll a W matrix, illetve annak a főindikátorokra vonatkozó első blokkja, a $_w$ matrix. Ezt adjuk át a matematikai statisztikusnak.

A 3.1. C. pontban még csak arról volt szó, hogy meg kell mondani: mely főindikátor mely másik főindikátortól /vagy főindikátoroktól/ függ. Ilyen alapon előre eldöntöttük a számszerüsitendő makroösszefüggések számát, G-t.

Most egy lépéssel tovább kell mennünk, s alternativ hipotéziseket kell kidolgozni minden egyes makroösszefüggés matematikai alakjára. Pl. azt mondottuk, hogy a h-adik makrofüggvény egy Y = f/K,L/ formáju termelési függvény. Most ezt specifikálni kell, pl. azt mondjuk: ez Cobb-Douglas-függvény; vagy CKS-függvény, stb.

Egy-egy makrofüggvényre legalább egy hipotézist kell adnunk, de lehetőleg többet, 2-3-4-5-félét. Nem kell a priori állástfoglalni abban, hogy melyik a jó - maga a matematikai-statisztikai elemzés állapitja majd meg, melyikre legjobb az illeszkedés.

A hipotéziseket részben a közgazdasági irodalomból meritjük, ahol ex post elemzésekre, idősoros vagy keresztmetszeti vizsgálatokra számitottak ki hasonló makrofüggvényeket. Részben azonban - a $\tilde{W}$ matrixot elemezve - "fantáziával" kell kialakitani őket. Át kell gondolnunk a függés közgazdasági természetét, s meg kell kisérelni ezt függvény formájában reprezentálni. A teendő ilyenkor az, hogy átgondoljuk: milyen tulajdonságok jellemzik a függést /pl. konvex-e vagy konkáv; milyenek az elaszticitási mutatók; a különböző tényezők hatása additiv-e vagy multiplikativ, stb./ - s ezt kell matematikailag reprezentálni.

Ezzel kapcsolatban még igen sokféle kutatásra lesz szükség; mem is szabad azt várni, hogy ez az első menetben kielégithetően megoldható lesz. Folyamatosan, menet közben kell majd bőviteni a makrofüggvények alakjára vonatkozó hipotézisek körét.

3.4. Paraméterbecslés

A matematikai-statisztikusnak a 3.2. szakasz szerint elkészült $\tilde{W}$ matrixnak, a főindikátorok elemzési számanyagának felhasználásával el kell végeznie a 3.3. szakaszban jelzett alternativ makrofüggvények paramétereinek becslését, valamint a hozzátartozó illeszkedés-vizsgálatokat.

Feltehetően regressziószámitást kell elvégezni; de esetleg szóbajöhetnek más elemzési módszerek is /pl. faktoranalizis, stb./

Tekintettel a makrofüggvények /s egy-egy függvényhez az alternativ hipotézisek/ nagy számára, a matematikai-statisztikai munka számitási része igen nagy lesz. Ezt tehát gépen kell majd elvégezni. Erre vonatkozóan kész gépi programok állnak rendelkezésre.

3.5. Az első fázis elemzése - Ismétlés

Ezekután elemezni kell a kapott eredményeket. Milyen az illeszkedés? Melyek az elfogadható, elvetendő vagy továbbra is bizonytalan hipotézisek?

A számitások bővitésének, illetve ismétlésének két fokozata lehetséges.

I. fokozat. Ujabb LP-számitásokat végzünk. Ez tehát - ezekre a számitásokra vonatkozóan - azt jelenti, hogy megtervezzük: mely indikátorokat kivánjuk "mozgatni", milyen mértékben, milyen irányban. Előre tisztázzuk: hogyan érjük el az LP-modellnél, hogy a kivánt irányban mozogjunk: változtatjuk-e a feltételi korlátot, vagy a célfüggvényt, vagy az együtthatókat, vagy valamennyit egyszerre? Ezekután elvégezzük az uj LP-számitásokat, a másodlagos transzformációkat, s egy kiegészitett, ujabb sorokkal megnyujtott" $\tilde{W}$ matrixot adunk a matematikai statisztikusnak. Ha eddig mondjuk S = 8o adat alapján számolt, most már számolhat llo adat alapján /egy- egy főindikátorra vonatkozóan/. Végeredményben növeljük S-t, a számitások számát.

II. fokozat. Ujabb hipotéziseket alakitunk ki a makrofüggvényekre. Vagy már eddig is elemzett összefüggésekről tételezzük fel, hogy azok matematikai alakja más. Vagy más, eddig nem elemzett kapcsolatokra terjesztjük ki a vizsgálatot. /Azaz növeljük G-t, a makrofüggvények számát./ Pl. eddig a nemzeti jövedelmet az állóalap függvényében vizsgáltuk, most ehelyett az ipari beruházások függvényében elemezzük.

Az "I. fokozat" és a "II. fokozat" nem egymást kizáró alternativák. A számitások kibővitésénél és ismétlésénél mindkettőre sor kerül majd.

Feltehetően nem is egyszer kerül majd sor ilyesféle kibővitésre, ujraszámolásra, ismétlésre, hanem többször. Ez iterativ folyamat, amig a legjellemzőbb összefüggéseknek matematikai-statisztikai szempontból leginkább megalapozott formájáig eljutunk.

4. Összehasonlitás más makrofüggvényekkel

A közgazdasági irodalom eddig általában ex post jellegü, többnyire statisztikai tényadatokon alapuló makrofüggvényekkel foglalkozott. Magyarországon főként Szakolczay György és munkatársai, valamint Rimler Judit végzett ilyenirányu vizsgálatokat.

Célszerü lesz a jelen javaslat alapján kidolgozott ex ante makrofüggvényeket az előbbiekkel összehasonlitani. Összehasonlitásra természetesen csak akkor kerülhet sor, ha azonos főindikátorok közti összefüggést irnak le, mégpedig azonos matematikai formában. Főként a mostani ex ante makrofüggvények kialakitásánál /legalábbis azok egyrészénél/ érdemes lesz biztositani az összehasonlithatóságot az ex post függvényekkel. De emellett az ellenkező értelmü közeledésre is sor kerülhet. Számszerüsithetők az ex post, tény-idősorok alapján olyan makrofüggvények, amelyeket most, a jelen vizsgálat keretében alakitunk ki.

Amennyiben az összehasonlithatóság biztositva van, akkor az összehasonlitható elemzés háromféle módon történhet:

I. Az S számu ex ante adathoz egyszerüen hozzátesszük az idősor lo-15 adatát, s ezek együttes felhasználásával végezzük a paraméterbecslést.

II. Az idősor alapján számszerüsitett függvényt fogadjuk el alapul, s megnézzük: milyen messze esnek ennek extrapolációjától a programozásból levezetett adatok.

III. Megforditva: csak a programozás alapján számszerüsitett makrofüggvényt fogadjuk el alapul, s megnézzük: milyen messze esnek ennek interpolációitól a tényadatok.

Annyi előre is megmondható: a II. és III. szerinti megközelités nem eshet egybe. Az idősor a magyar népgazdaság valóságos viselkedését irja le, amely feltehetően sohasem volt szigoruan efficiens. Ezzel szemben a modellel egy "idealizált", efficiens viselkedést tervezünk meg. Ezen tulmenően: a modell, lévén erősen aggregált, lineáris, leegyszerüsitett mása a valóságnak, nem képes pontosan tükrözni az összes adottságokat. Ezért a modellel leirt hipotetikus állapotok eltérhetnek a valóban lehetséges állapotoktól.

Másfelől viszont a modellel szimulálhatunk olyan helyzeteket is, amelyeket a valóság nem produkál, ami megkönnyiti a paraméterek matematikai-statisztikai becslését. Sokkal több - és inkább "szétteritett" - pont alapján végezhetők a becslések, mintha egyszerüen a történelmileg megvalósult pontokra szoritkoznánk.

Mindezek miatt érdekesnek igérkezik az ex post és az ex ante makrofüggvények összehasonlitása.

Kiegészités: A munka szervezetéről

Mivel itt eléggé ujszerü témáról van szó, amit ebben a formában még senki sem csinált, elkerülhetetlen különböző szakismeretekkel rendelkező emberek összehozása. Az LP-modellel közvetlenül foglalkozókon kivül a következő közremüködőkre lenne szükség:

1. Olyan matematikai közgazdász, /vagy közgazdászok/,akik ismerik a makrofüggvények irodalmát, vagy legalábbis ebből az alkalomból beledolgozzák magukat ebbe az irodalomba. Ez részben a termelési függvények irodalmához kapcsolódik, részben különböző növekedéselméleti modellekhez. Emellett egy-két további speciális területen /pl. fogyasztás, külkereskedelem, beruházások elmélete/ is lehet ötleteket találni.

Erre a közremüködőre kettős feladat várna. Egyrészt: hipotézisek kidolgozása a makrofüggvények formájára. Másrészt: ex post és ex ante számitások összevetése.

2. Matematikai-statisztikus. Legyen járatos az ökonometriában /regresszziószámitás; idősor-elemzés, stb./ Ezenkivül legyen tapasztalata kisérletsorozatok megtervezésében és értékelési metodológiájában. Ennyiben hasznos a biometriai tapasztalat.

3. A statisztikai programokat alkalmazni tudó számitástechnikus.

A munka elég sok kiírással, táblázatszerkesztéssel, kézi számolással is jár majd.