

## Tervmodellek alapján számított makrofüggvények: Numerikus alkalmazás

Az előző cikkben leírt általános metodikát alkalmaztuk abban a numerikus vizsgálatban, amelynek kiinduló adatait az 1971—75. évi öt éves terv kidolgozásához felhasznált lineáris programozási modell szolgáltatta. Cikkünk 1. fejezete a vizsgálatot ismerteti, a 2., a 3. és a 4. fejezetek a közgazdasági és a metodikai tanulságokat tárgyalják, majd az 5. fejezetben a kutatás további feladatait foglaljuk össze.

### 1. A vizsgálat ismertetése

Az előző cikk 2. fejezetében kifejtettük, hogy valamely makrofüggvény meghatározását *négyféle specifikum* leírásával jellemezhetjük. Vegyük most sorra e négy specifikumot.

#### *A változók specifikálása*

Összesen 22 aggregált népgazdasági indikátor-típussal foglalkoztunk. Jegyzéküket az *1. táblázatban* közöljük. A táblázatból kitűnik, hogy az indikátorokat öt fő csoportba sorolhatjuk: a termelés, a fogyasztás, az export és a ráfordítások mutatói, valamint struktúra-változók. Utóbbiak a termelés, a ráfordítások vagy a külkereskedelem különböző minőségi ismérveit, szerkezeti adottságait hivatottak összefoglaló formában kifejezni.

Az 1. táblázatban felsorolt indikátorok között nagyon sokféle összefüggést számítottunk ki. Ezek egyrészét — mégpedig a közgazdasági elemzésekhez jól használható, „munkaképes” részét — a *2. táblázatban* tekintjük át. A cikk későbbi részeiben térünk majd rá azoknak a kritériumoknak a megvilágítására, amelyek alapján eldöntöttük: szerepeljen-e valamely kiszámított makrofüggvény a 2. táblázatban, vagy sem. E fejtegetések fogják majd megvilágítani a táblázat utolsó két oszlopának jelentését is.

Az áttekintés megkönnyítésére közöljük a *3. táblázatot*. Ebben egyfelől a függő változók közgazdasági tartalma, másfelől a független változók száma szerint osztályozzuk makrofüggvényeinket.

#### *A matematikai forma*

A 2. táblázatban felsorolt valamennyi összefüggést kétféle matematikai formában — lineáris és log-lineáris függvény alakjában — írtuk le. Nem törekedtünk arra, hogy minél rafináltabb függvénytípus megválasztásával

1. táblázat  
A makrofüggvényekben szereplő indikátortípusok

Sorszám	Megnevezés	Mértékegység	Szimbólum
	<i>Termelés</i>		
1.	Társadalmi termék	millió Ft	P
2.	Nemzeti jövedelem	millió Ft	N
	<i>Fogyasztás</i>		
3.	Fogyasztás	millió Ft	CN
	<i>Export</i>		
4.	Összes export	millió Dft	E
5.	Szocialista export	millió Dft	ES
6.	Tőkés export	millió Dft	ET
	<i>Ráfordítások</i>		
7.	Összes import	millió Dft	Z
8.	Szocialista import	millió Dft	ZS
9.	Tőkés import	millió Dft	ZT
10.	Beruházás	millió Ft	I
11.	Állóalap értéke	millió Ft	C
12.	Foglalkoztatott létszám	ezer fő	L
	<i>Strukturális (minőségi) mutatók</i>		
13.	Termelés régi üzemben	millió Ft	PA
14.	Termelés rekonstruált üzemben	millió Ft	PB
15.	Termelés új üzemben	millió Ft	PC
16.	Modernizálás (a rekonstruált plusz az új üzem és a régi üzem aránya)	%	M
17.	Ipari termelés	millió Ft	PI
18.	Mezőgazdasági termelés	millió Ft	PM
19.	Építőipari termelés	millió Ft	PÉ
20.	Termelési struktúra (az ipari és a mezőgazdasági termelés aránya)	%	ST
21.	Export struktúra (tőkés és szocialista export aránya)	%	SE
22.	Import struktúra (tőkés és szocialista import aránya)	%	SI

biztosítsunk jó illeszkedést. Ehelyett egyszerűségük miatt részesítettük előnyben az említett formákat.

Mindkét típusnál könnyen értelmezhető a paraméterek közgazdasági tartalma. A lineáris formában az együttható azt fejezi ki, hogy valamely magyarázó egységnyi növekedése — ceteris paribus — milyen mérvű változást hoz

## 2. táblázat

A makrofüggvények áttekintése a változók közgazdasági tartalma szerint

A TMF sor-száma	A függő változó közgazdasági tartalma	A független változók közgazdasági tartalma	A függvény típusa	Többfázisú becslést alkalmaztunk-e? Ha igen: hány változóval indultunk?
1.	Társadalmi termék	Foglalkoztatott létszám, Álló-alap értéke, Összes import, Import struktúra, Export struktúra	Eredmény-ráfordítási f.	Igen: 7
2.	Társadalmi termék	Foglalkoztatott létszám, Beruházás, Összes import, Import struktúra, Export struktúra	Eredmény-ráfordítási f.	Igen: 7
3.	Társadalmi termék	Foglalkoztatott létszám, Álló-alap értéke	Termelési f.	Nem
4.	Társadalmi termék	Foglalkoztatott létszám, Beruházás	Termelési f.	Nem
5.	Társadalmi termék	Szocialista export, Tőkés export	„Alternatíva”-f.	Nem
6.	Társadalmi termék	Beruházás, Fogyasztás	„Alternatíva”-f.	Nem
7.	Társadalmi termék	Beruházás, Összes import	„Alternatíva”-f.	Nem
8.	Nemzeti jövedelem	Foglalkoztatott létszám, Összes import	Eredmény-ráfordítási f.	Igen: 7
9.	Nemzeti jövedelem	Foglalkoztatott létszám, Beruházás, Export struktúra	Eredmény-ráfordítási f.	Igen: 7
10.	Nemzeti jövedelem	Foglalkoztatott létszám, Álló-alap értéke	Termelési f.	Nem
11.	Nemzeti jövedelem	Foglalkoztatott létszám, Beruházás	Termelési f.	Nem
12.	Nemzeti jövedelem	Szocialista export, Tőkés export	„Alternatíva”-f.	Nem
13.	Nemzeti jövedelem	Beruházás, Fogyasztás	„Alternatíva”-f.	Nem
14.	Nemzeti jövedelem	Termelés régi üzemben, rekonstruált üzemben, új üzemben	„Alternatíva”-f.	Nem
15.	Fogyasztás	Foglalkoztatott létszám, Álló-alap értéke, Import struktúra	Eredmény-ráfordítási f.	Igen: 7
16.	Fogyasztás	Foglalkoztatott létszám, Export struktúra	Eredmény-ráfordítási f.	Igen: 7
17.	Fogyasztás	Foglalkoztatott létszám, Álló-alap értéke	Termelési f.	Nem
18.	Fogyasztás	Termelés régi üzemben, rekonstruált üzemben, új üzemben	„Alternatíva”-f.	Nem
19.	Összes export	Társadalmi termék, Export struktúra	Eredmény-ráfordítási f.	Igen: 5
20.	Összes export	Ipari termelés, Mezőgazdasági termelés	„Alternatíva”-f.	Nem
21.	Szocialista export	Ipari termelés, Mezőgazdasági termelés	„Alternatíva”-f.	Nem

3. táblázat  
A makrofüggvények osztályozása

A függő változó közgazdasági tartalma A független változók száma	Termelés (bruttó termelési érték vagy nemzeti jövedelem)	Fogyasztás	Export (összes vagy szocialista vagy tőkés export)
Hány darab függvény tartozik ebbe az osztályba:			
Kevés: 1 – 3	12	4	3
Sok: 3-nál több	2	–	–

a magyarázandó változóban. A log-lineáris formában az együttható a magyarázó változó elaszticitását adja meg, azaz, a magyarázó változó egyszázalékos növekedése hány százalékkal változtatja a magyarázandó változó értékét.

*A minta jellegzetességei: az MP-modell és a számítássorozat*

A TMF-számítás kiindulópontja a negyedik ötéves terv koncepciójának kidolgozásához használt MP-modell volt.<sup>1</sup> Matematikai formáját tekintve szokványos lineáris programozási modellt alkalmaztunk.

A modellel előállított program az ötéves tervperiódus záróévére, 1975-re határozta meg a *termelés* és a *külkereskedelem* szerkezetét. A termelési változókat úgy definiáltuk, hogy a záróévi program egyúttal megszabja az ötéves tervperiódus alatt megvalósítandó *beruházások* tervét is.

A népgazdaság termelő tevékenységét 23 szektorra tagoltuk. A legtöbb szektorhoz három alternatív technológiát rendeltünk: 1. a tervperiódus kezdetén már fennállott, s a tervperiódus alatt változatlanul konzervált állóalapon folyó záróévi termelést, 2. a tervperiódus kezdetén már fennállott, de a tervperiódus alatt technikailag rekonstruált állóalapon folyó záróévi termelést és végül 3. a tervperiódus alatt újonnan létesített állóalapon folyó záróévi termelést.

A külkereskedelmet két piaci relációra bontottuk: szocialista, illetve tőkés országokkal folytatott külkereskedelemre.

A modell tevékenységváltozói: záróévi szektoronkénti termelés, az említett háromféle technológia szerint tagolva, továbbá záróévi szocialista, illetve tőkés relációban folytatott szektoronkénti export, valamint szektoronkénti kompetitív import. Összesen 113 tevékenység-változó szerepelt a modellben.<sup>1</sup>

A modell korlátozó feltételeinek főbb csoportjai a következők voltak:

- termékmérlegek, ágazatonként (a záróévre)
- beruházási felső korlát (a tervperiódus alatt)
- a szocialista piacról, illetve a tőkés piacról beruházási célra importált gépek felső korlátja (a tervperiódus alatt)
- a tőkés piacról származó középlejáratú hitel felső korlátja (a záróévre)
- létszámkorlát (a záróévre)
- természeti erőforrások korlátjai (a záróévre)

<sup>1</sup> A modellt, valamint a modellel végzett számítássorozatot *Dániel Zsuzsa* (korábbi nevén: *Újlaki Zsuzsa*) [8] és [9] cikkei ismertetik.

4. táblázat  
A tervvariánsok áttekintése

A variáncsoport rendel- tetése a tervezésben Ismérvek 1	Koordináció, a konzisten- cia elemzése 2	A külkereskedelem érzé- kenységének elemzése 3	Az életszínvonal elemzése 4	A beruházások elemzése 5
A csoportba tartozó variánsok száma	9	14	8	30
Célfüggvény	Fogyasztás maximalizá- lása Dolláregyenleg optimali- zálása	Fogyasztás maximalizá- lása Dolláregyenleg optimali- zálása Szocialista külkeresk. volumenének maxima- lizálása Tőkés külkeresk. volume- nének maximalizálása	Fogyasztás maximalizá- lása Dolláregyenleg optimali- zálása Lakásépítés maximalizá- zálása Nemzeti jövedelem maxi- malizálása	Fogyasztás maximalizá- lása Létszám minimalizálása
A tervperiódus alatti beruhá- zási keret maximális és minimális értékei (a hiva- taltos tervkoncepcióban el- fogadott szint = 100)	100	100 – 113	100 – 125	96 – 127
Külkereskedelmi felső korlátok maximális és minimális ér- tékei (a hivatalos tervkon- cepcióban elfogadott szint = 100)	Rubel: 100 Dollár: 100	Rubel: 100 – 120 Dollár: 100 – 125	Rubel: 100 – 120 Dollár: 100 – 125	Rubel: 100 – 120 Dollár: 100 – 120
Van-e külkereskedelmi alsó kor- lát?	Van	Nincs	Nincs	Nincs
Létszámkorlát maximális és minimális értéke (a hiva- taltos tervkoncepcióban el- fogadott szint = 100)	100	100	100	95 – 105
A vizsgált fogyasztási struk- túrák száma	1	1	2	1

- az 1. és 2. technológia szerint működő termelési változók kapacitáskorlátai (a záróévre)
  - az export és az import felső és alsó korlátai, piaconként, illetve szektoronként tagolva (a záróévre)
  - a szocialista, illetve a tőkés piacra vonatkozó devizamérleg (a záróévre).
- Összesen 115 korlátozó feltétel szerepelt a modellben.

Hétféle célfüggvényt alkalmaztunk: a fogyasztás maximalizálása, a dollár-egyenleg optimalizálása, a szocialista külkereskedelem volumenének maximálása, a tőkés külkereskedelem volumenének maximalizálása, a lakásépítés maximalizálása, a nemzeti jövedelem maximalizálása és a létszám minimalizálása.

Modellünkkel 61 tervvariánst számítottunk ki. Ezeket a 4. táblázatban tekintjük át. A tervvariánsokat négy fő csoportba soroltuk, a gyakorlati tervezésben betöltött rendeltetésük szerint. Ezt az ismérvet a 4. táblázat 1. oszlopában adtuk meg. A táblázat 3—8. oszlopából kitűnik, hogy a modell mely elemeit módosítottuk a variánsok előállításakor: a célfüggvényt, a beruházási korlátot, a munkaerőkorlátot, a külkereskedelmi korlátokat és a termék-mérlegekben figyelembevett fogyasztási struktúrát.

A variánsok egyrésze „realista”: olyan hipotétikus gazdasági helyzetet ír le, amelynek megvalósulása könnyen elképzelhető, mind az objektív adottságok, mind pedig a gazdaságpolitika szempontjából. Kiszámítottunk azonban néhány merészebb variánst is, amely mind a gazdaságpolitikai feltételezésekben, mind a külső körülmények prognózisában nagyobb mértékben tér el a várható jövőbeni állapottól.

Az 5. táblázatban kiemeltünk 13-at a TMF-számításokban szereplő 22 indikátor közül, s bemutatjuk ezek érzékenységét a számítássorozat keretében

5. táblázat  
Az indikátorok érzékenysége 61 tervvariáns alapján

Sorszám (az 1. táblázat sorszám- mozása szerint)	A mutatószám megnevezése	Variációs együttható	Maximális érték a minimális érték százalékában
1.	Társadalmi termék	0,28	110,5
2.	Nemzeti jövedelem	0,30	107,8
4.	Összes export	0,68	122,4
5.	Szocialista export	0,58	121,7
6.	Tőkés export	1,54	190,7
7.	Összes import	0,63	129,8
8.	Szocialista import	0,51	112,6
9.	Tőkés import	1,46	154,1
10.	Beruházás	1,02	132,5
12.	Foglalkoztatott létszám	0,44	114,4
17.	Ipari termelés	0,40	114,9
18.	Mezőgazdasági termelés	0,29	108,2
19.	Építőipari termelés	0,60	128,1

bevezetett változtatásokra. Erre a célra két mutatószámot közlünk: a variációs együtthatót (relatív szórást), azaz a 61 realizáció szórásának és átlagának hányadosát; továbbá a 61 realizáció között kapott maximális és minimális érték hányadosát. Mint látjuk: a realizációk közötti eltérések számottevőek, a minta egyes indikátorai eléggé szóródnak, bár persze vannak viszonylag stabilabb indikátorok is.

Az előző cikk (6) és (7) formulája értelmében csak azokat a tervvariánsokat kell figyelembe vennünk, amelyekben a vizsgált 22 indikátor realizációja eltérő. Tíz olyan számítás akadt, amely — noha a feltételi korlátot vagy a célfüggvényt változtattuk valamelyik más számításhoz képest — mégis a másik számításával azonos optimális programhoz vezetett. Így végeredményben mintánk 51 realizációra épül.

### *A paraméterek becslése*

A paramétereket — a fentiekben leírt minta alapján — a legkisebb négyzetek módszerével becsültük.

Itt térünk vissza a 2. táblázat 5. oszlopának értelmezésére.

Egyes összefüggésekről eleve feltételeztük, hogy a magyarázó változók száma kicsi, nem több háromnál. Itt a szokványos módon végeztük el a paraméter-becslést. Ezekben az esetekben a 2. táblázat 5. oszlopában azt olvashatjuk: a becslés *egyfázisú* volt.

Más összefüggésekkel kapcsolatban viszont felmerült a gondolat, vajon érdemes-e a független változót nagyszámú, háromnál több változóval magyarázni? Ilyenkor — első fázisként — becslést adtunk valamennyi számításba jövő magyarázó változó paramétereire. Utána, második fázisként, elhagytunk egyet a magyarázó változók közül, mégpedig azt, amelyről megállapítottuk: kiiktatása aránylag legkevésbé rontja a függvény illeszkedését abban az értelemben, hogy aránylag legkevésbé csökkenti az  $R$  totális korrelációs együtthatót. A harmadik fázisban ismét kiiktatunk egy magyarázó változót, azonos szelekciós elv szerint. A magyarázó változók kihagyását fázisról-fázisra addig folytatjuk, amíg el nem jutunk egy egyváltozós függvényig. A többfázisú becslés végeztével egy *kiesési sorrend* birtokába jutunk, s ez önmagában is tanulságos.

Azokban az esetekben, amelyekben ezt az eljárást alkalmaztuk, a 2. táblázat 5. oszlopában feltüntettük: a becslés *többfázisú* volt, s megadtuk azt is, hogy hány változóval indultunk az első fázisban.

A sokváltozós függvények paramétereinek többfázisú meghatározásával két problémára kerestünk választ. Az első kérdés az volt, hogy érdemes-e sok, mondjuk több mint három vagy négy magyarázó változóval számolni: az adatok összegyűjtésével és a paraméterek becslésével járó többletmunka megfelelő mennyiségű többletinformáció forrása lehet-e. A második kérdés: mennyire erős a különböző magyarázó változók hatása a függő változóra.

A többfázisú becslésnél a változók kiesési sorrendje a magyarázó változók egymáshoz viszonyított jelentőségére is utal.

## 2. Az illeszkedés elemzése — Az első közgazdasági tanulságok

Miután az 1. fejezetben leírtuk makrofüggvényeink specifikálását, most áttérünk a vizsgálat tanulságaira. Elsőként a TMF-ek illeszkedését elemezzük. Ez kettős célt szolgál. Az egyik cél: önmagunk ellenőrzése. Az illeszkedés-vizsgálat rámutat, vajon egyik vagy másik TMF elfogadható-e a függő változó magyarázataként vagy sem. Ezzel kapcsolatban a következő kritériumokat alkalmaztuk: a TMF *elfogadható*, ha minden paraméter értéke szignifikánsan különbözik nullától, 95%-os valószínűségi szinten, ha a totális korreláció magas és ha a paraméterek becslési hibája (a becslés szórása) kicsi. A 2. táblázatban kizárólag elfogadható függvényeket közöltünk. Amikor rangosorolnunk kellett azonos függő változót magyarázó különböző TMF-eket, a többfázisú becslés során, akkor az *elfogadható* TMF-ek közül azt minősítettük „legjobb-nak”, amelynél a totális korreláció értéke a legmagasabb. Ilyenkor csak a több-fázisú becslés keretében nyert „legjobb” függvényt közöltük a 2. táblázatban.

Az elemzés másik célja közgazdasági jellegű; annak tisztázása, hogy milyen erős a különböző magyarázó változók hatása; mi e hatások relatív aránya. Ezzel kapcsolatban egyrészt — adott TMF-en belül — a paraméterek relatív arányát érdemes vizsgálnunk; főként akkor, ha a hozzájuk tartozó változók dimenziója azonos. Másrészt — amint arra az előző fejezetben rámutattunk — tanulságos lehet a többfázisú paraméter-becslés kiesési sorrendje is.

A most következő elemzésben — közgazdasági tartalmuk, „típusuk” szerint — négy csoportba soroltuk a TMF-eket: 1. eredmény-ráfordítási függvények, 2. termelési függvények, 3. export-függvények és 4. „alternatíva”-függvények. A csoportosítás önkényes, *ad hoc* jellegű, s kizárólag a jelen elemzés céljaira szolgál. A 2. táblázatból, annak 4. oszlopából kitűnik, hogy melyik TMF melyik csoportba tartozik, e négyes kategorizálás szerint.

### *Eredmény-ráfordítási függvények*

Elsőként azokat a TMF-eket vesszük elő, amelyeknél a függő változó egy „eredmény”-jellegű indikátor (termelés vagy nemzeti jövedelem vagy fogyasztás), a független változók pedig a ráfordítások különböző indikátorai. Nevezzük ezeket *eredmény-ráfordítás típusú függvényeknek*. (Teljes felsorolásukat lásd a 2. táblázatban.)

A következő függvények bizonyultak, az illeszkedés szempontjából, a legjobbakkak:

A függvények leírásánál a paraméter alatt, zárójelben közöljük a paraméter becslési hibáját.

**T e r m e l é s** (2. sorszámú TMF)

$$\log P = \log 7,62 + 0,46 \log L + 0,11 \log I + 0,06 \log SE -$$

(0,03)                      (0,01)                      (0,01)

$$-0,06 \log SI + 0,07 \log Z \tag{1}$$

(0,01)                      (0,03)



Nemzeti jövedelem<sup>2</sup> (9. sorszámú TMF)

$$\log N = \log 7,25 + 0,45 \log L + 0,13 \log I + 0,04 \log SE \quad (2)$$

(0,05)                      (0,02)                      (0,02)

Fogyasztás (18. sorszámú TMF)

$$\log CN = \log 3,32 + 0,40 \log L + 0,41 \log C + 0,10 \log SI \quad (3)$$

(0,06)                      (0,07)                      (0,02)

ahol  $P$  = a termelés

$N$  = a nemzeti jövedelem

$CN$  = a fogyasztás

$L$  = a foglalkoztatott létszám

$I$  = a beruházás

$SE$  = az export-struktúra

$SI$  = az import-struktúra

$C$  = az állóalap értéke

$Z$  = az összes import

### 6. táblázat

Kiesési sorrend az eredmény-ráfordítás-típusú függvényeknél

A fázis sorszáma	A függő változó megnevezése		
	Termelés	Nemzeti jövedelem	Fogyasztás
1.	Modernizálás	Termelési struktúra	Termelési struktúra
2.	Termelési struktúra	Modernizálás	Modernizálás
3.	Összes import	Összes import	Összes import
4.	Import-struktúra	Import-struktúra	Export-struktúra
5.	Export-struktúra	Export-struktúra	Import-struktúra
6.	Beruházás	Beruházás	Állóalapok értéke
7.	Létszám	Létszám	Létszám

A magyarázó változók hatásának relatív intenzitására, mint említettük következtethetünk a többfázisú becslés kiesési sorrendjéből. Ezt a 6. táblázatban mutatjuk be. Szaggatott vonallal jelöltük azt a fázist, amelytől kezdve már valamennyi paraméter értéke szignifikánsan különbözött nullától. A termelés TMF-jénél ez akkor következett be, amikor a független változók száma ötre, a másik két függvényénél pedig akkor, amikor háromra csökkent.

A függvények paramétereiből és a változók kiesési sorrendjéből megállapítható, hogy a paraméterek értéke és a magyarázó változók egymáshoz viszonyított jelentősége nem változott döntő mértékben a függő változó kicserélésének következményeként. Mindhárom függvényénél a kibocsátást meghatározó

<sup>2</sup> A nemzeti jövedelem háromváltozós függvényénél a lineáris forma a totális korrelációs együttható szempontjából egy század százalékkal jobbnak bizonyult, mint a log-lineáris forma. Mivel az eltérés jelentéktelen és a log-lineáris függvények paramétereit könnyebb értelmezni, a nemzeti jövedelemnél is ezt a formát ismertetjük.

tényezők közül a legjelentősebb a létszám. A létszám egy százalékos növekedése körülbelül fél százalékos termelés-, nemzeti jövedelem-, illetve fogyasztás-növekedéssel jár együtt. A létszám után a másik legfontosabb tényező a beruházás, illetve az állóalapok értéke. Ha a vizsgált időszakot megelőző négy évben végrehajtott beruházások értéke egy százalékkal emelkedik, a termelés és a nemzeti jövedelem egy tized százalékkal nő. Ha az összes lekötött eszközök értéke egy százalékkal nő, úgy a fogyasztás erre 0,4 százalékos növekedéssel reagál. A relációnkénti export és import struktúra és a kibocsátás alakulása között is kapcsolat mutatható ki. A szocialista export egységére eső tőkés export értékének egy százalékos növekedése körülbelül egy tized százalékos kibocsátás növekedést eredményez, míg a tőkés és szocialista import arányának változása körülbelül azonos mértékű, de ellenkező irányú hatással jár, a tőkés import részarányának növekedése kibocsátás csökkenést eredményez.

A kibocsátás alakulására ható tényezők vizsgálatakor a legtöbb esetben azt szokás feltételezni, hogy a két legfontosabb tényező az élő- és a holtmunka. E számítás eredményei ezt a feltevést alátámasztják. A makrofüggvények paramétereiből azonban arra kell következtetnünk, hogy e két tényezőtől kívül célszerű még más, elsősorban a külkereskedelem relációnkénti megoszlását mutató tényezőket is figyelembe venni, ha a termelés, a nemzeti jövedelem, vagy a fogyasztás várható alakulására akarunk következtetni. A tőkés export relatív súlyának növelése ugyanis kibocsátás többlettel, míg a tőkés import relatív súlyának növelése kibocsátás csökkenéssel jár együtt.

Az eredmények együttes értékelésénél ki kell emelni, hogy míg a függvények által kimutatott pozitív kapcsolatok a várakozásokkal és más számításokból nyert eredményekkel egybevágnak, a függő és egyes független változók közötti kapcsolatok hiánya a számításból nyert új, ha nem is pozitív töltésű információnak tekinthető.

A számítási eredmények szerint a termelés modernizálása és a termelési struktúra változása nem befolyásolja a kibocsátás alakulását. Ez más szóval azt jelenti, hogy az új és a rekonstruált ütemek részarányának növekedése nem eredményez kibocsátás többletet. A kibocsátás és a modernizálás közötti kapcsolat hiányának magyarázatára két hipotézisünk van. Az egyik az elsődleges adatok gyengeségeiben keresi az okot. Az MP-modellben szereplő, az alternatív technológiákat leíró koeficiensek talán nem eléggé térnek el egymástól, becslésük nem volt minden szempontból megfelelő. A másik hipotézis: a számítássorozatban nem szerepeltek kellő számban olyan variánsok, amelyek a modernizálás fokában lényegesen eltértek volna egymástól.

Hasonlóképpen a minta — pontosabban: az elsődleges adatok — fogyatékoságának tulajdoníthatjuk azt, hogy a termelési struktúrának, azaz az ipar és a mezőgazdaság termelésének arányának változása és a kibocsátás alakulása között nem mutatható ki kapcsolat. Figyelembevéve, hogy az ipar és a mezőgazdaság kibocsátás hozama egyik eredmény-jellegű mutató szempontjából sem azonos, az arányváltozásnak — megfelelő koeficiensek esetén — hatást kellene gyakorolnia a kibocsátás alakulására.

### *Termelési függvények*

Az eredmény-ráfordítási függvényeknél kapott eredményekből már megállapítható, hogy a kibocsátás alakulására, amelyet a termelési függvényeknél a társadalmi termék összegével, vagy a nemzeti jövedelemmel mérünk, a lét-

szám és a lekötött eszközök értéke gyakorolta a legjelentősebb hatást. A TMF-ek egy további csoportjánál ezért független változóként csak e két tényező szerepelt. Ezeket — a hagyományos termelési függvényekkel való szoros rokonságuk alapján — *termelési függvényeknek* nevezzük. (Lásd a 2. táblázatot.) A termelési függvények tulajdonképpen az előző szakaszban tárgyalt „eredmény-ráfordítási függvények” egy speciális osztályát alkotják.

A számítási eredményeket a 7. táblázatban foglaljuk össze. Annak érdekében, hogy a statisztikai tényadatokra alapozott termelési függvényekkel való összehasonlítást megkönnyítsük, kizárólag azokat a TMF-eket vettük figyelembe, amelyeknél a „tőke”-típusú termelési tényezőt az állóalapok értéke képviseli. A táblázatban — az irodalom konvenciói szerint —  $A$ -val jelöljük a konstans tagot,  $\alpha$ -val a munka és  $\beta$ -val a tőke elaszticitását.

7. táblázat  
Tervmodell alapján számított népgazdasági termelési függvények

A függő változók	A paraméterek			R
	A konstans tag	$\alpha$ a munka elaszticitása	$\beta$ a tőke elaszticitása	
Termelés	8,14	0,47 (0,05)	0,11 (0,06)	0,81
Nemzeti jövedelem	7,99	0,45 (0,07)	0,07 (0,08)	0,70

A TMF-eket olyan statisztikai tény-idősorokon alapuló vizsgálat eredményeivel hasonlítjuk össze, amely (lásd a 8. táblázatot) a vizsgálat köre, a változók tartalma és a függvény formája szempontjából a lehető legjobban hasonlít a jelenlegi vizsgálatához.<sup>3</sup> Az összehasonlítás azonban így is csak hozzávetőleges lehet, mert bár mindkét számítás a magyar gazdaságra vonatkozik, a tervfüggvényeknél az egész népgazdaság, a tényfüggvénynél pedig csak az ipar adatai szerepelnek.

A tény- és a tervfüggvényeket összehasonlítva első pillantásra szembevetendő, hogy bár a tényfüggvény illeszkedése összehasonlíthatatlanul jobb, mint a tervfüggvényeké, a jelentősebb paraméternek, a munkaerő elaszticitásának becslési hibája jóval kisebb a tervfüggvényeknél. Az állóalapok paraméterének

8. táblázat  
Tény-idősorok alapján számított ipari termelési függvény

A függő változó	A paraméterek			R
	A konstans tag	$\alpha$ a munka elaszticitása	$\beta$ a tőke elaszticitása	
Ipar hozzájárulása a nemzeti jövedelemhez	3,89	1,00 (0,34)	0,57 (0,20)	0,99

<sup>3</sup> Lásd Rimler Judit [6] cikkét.

becslési hibája mindkét függvény típusnál kedvezőtlen. A tervfüggvényeknél azonban, ha nem a lekötött eszközökkel, hanem a beruházásokkal számolunk, a tőke paraméterének becslési hibáját nagymértékben csökkenthetjük, amint ezt az eredmény-ráfordítás típusú függvényeknél megfigyelhettük.

Számításaink szerint tehát a tervfüggvényekkel a paraméterek értékét pontosabban tudjuk megbecsülni, mint a tényfüggvénnyel. A tényfüggvénnyel nyert becslések hibája két okból nagyobb, mint a tervfüggvényeké.

Először is azért, mert a tényfüggvény magyarázó változói egymástól nem függetlenek, hanem multikollinearitást mutatnak. A tervfüggvények magyarázó változóira a multikollinearitás nem jellemző. A tényfüggvény magyarázó változói azért multikollinearitást mutatnak, mert a vizsgálat alapjául szolgáló minta idősoros volt, és mind a munka, mind a tőke értéke az időben közel exponenciálisan nőtt. Ezzel szemben a tervfüggvényeknél a magyarázó változók értékei egy és ugyanazon év alternatív fejlesztési lehetőségeit fejezik ki. A magyarázó változók értékeinek az egyik programról a másikra való változása sok esetben nem párhuzamos: ha az állóalap ráfordítás nő, ez nem jelenti azt, hogy a munkaráfordítás is nő, vagy fordítva. A változók tehát nem multikollinearitást mutatnak.

A másik ok, ami miatt a tervfüggvények paramétereinek becslési hibája kisebb, mint a tényfüggvényeké, az, hogy a minta elemeinek száma a tényfüggvényeknél jóval kevesebb, mint a TMF-eknél. A tényfüggvények paramétereit tizenöt, a tervfüggvényekét ötvenegy adat alapján becsültük. Köztudott pedig, hogy minél több a minta elemeinek száma, annál megbízhatóbb a becslés.

Az elmondottak alapján megállapítható: empirikus vizsgálatunk ebben a tekintetben igazolta azokat a várakozásokat, amelyeket a TMF-módszertan kialakításakor spekulatív úton kialakítottunk.

A terv- és a tényfüggvények nemcsak az illeszkedést és a paraméterek becslési hibáit tekintve különböznek egymástól. A becsült paraméterek értéke is nagymértékben eltér a két függvénytípusnál. A tényfüggvényben a paraméterek értéke jóval nagyobb, mint a tervfüggvényekben. A létszámnak a nemzeti-jövedelemre vonatkozó differenciális termelékenysége a tényfüggvényben 1,00, a tervfüggvényben 0,45, az állóalapok termelékenysége pedig 0,57 és 0,07. A két magyarázó változó együttes hozama a tényfüggvényben növekvő (1,57), a tervfüggvényekben csökkenő (0,52).

A paraméterek értékeinek nagyságrendi különbségei feltehetően nem abból erednek, hogy az egyik számításban tény, a másikban terv-adatokkal számoltunk. Az eltérések oka az, hogy az egyik esetben a számítás alapjául szolgáló minta idősoros, dinamikus, a másiknál viszont azonos záróévre vonatkozik, azaz statikus. A statikus elemzéseknél, mivel az adatok ugyanarra az évre vonatkoznak, az ilyen időbeli minőségi változások hatása nem érvényesül. Az idősoros tényfüggvénynél a ráfordítások növekvő hozamában tulajdonképpen az fejeződik ki, hogy mind a tőke, mind a munka „minősége” javul az időben.

A dinamikus tény- és a statikus tervfüggvények összehasonlításából azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a ráfordítások parciális differenciális termelékenységének összege dinamikusan növekvő, statikusan csökkenő. A ráfordítások minőségi javulása következtében, amely a technikai fejlődésből, a begyakorlottság fokának emelkedéséből, a jobb munkaszervezésből stb. ered, a ráfordítások hozama időben növekedő; a ráfordítások egyik időszakról a másikra való egy százalékos növelése körülbelül másfél százalékos nemzeti

jövedelem növekedést eredményez. Azonos időszakon belül azonban nem számolhatunk növekvő hozamokkal. Ha egy és ugyanazon évben a ráfordítások összegét egy százalékkal emeljük, a nemzeti jövedelem értéke alig több mint egy fél százalékkal fog nőni. Minden pótlólagos állóalap-növelés és létszám-bővítés tehát produkál ugyan többlet eredményt, de ez az eredmény minden további ráfordítás növeléssel egyre kisebb lesz, és így rontja az átlagos hatékonyságot.

### *Export-függvények*

Az eredmény-ráfordítás jellegű összefüggéseknél bebizonyosodott, hogy a nemzeti teljesítmény, amelyet a kibocsátás különböző mutatóival mértünk, nem független a külkereskedelmi tevékenységtől. A külkereskedelmi tevékenység jelentőségére való tekintettel vizsgáltuk meg a fordított összefüggést: mely tényezők befolyásolták az export, mint függő változó alakulását.

A többfázisú becsléssel számított *export-függvények* közül a 19. sorszámú két változós log-lineáris függvény bizonyult a legjobbnak. Nem sikerült összefüggést kimutatni egyfelől az export alakulása és másfelől a termelés modernizálása, a termelési struktúra és az importstruktúra között. A függvényben csupán a termelés és az exportstruktúra változói szerepelnek magyarázó változóként. A termelés koefficiense 1,44, hibája 0,20, az exportstruktúra koefficiense 0,17, hibája 0,04. Az export növelésének elsődleges feltétele a vizsgálat szerint tehát az, hogy a termelés növekedjék. A termelés növekményben azonban az export részaránya nagyobb, mint az összes termelésben, ezért egy százalékos export volumen növeléshez kevesebb mint egy százalékos termelés növekedés szükséges. Az export volumene az export struktúrával is összefüggést mutat. Minél nagyobb a tőkés export relatív részesedése, annál nagyobb lehet az összes export volumene.

### *„Alternatíva”-függvények*

A TMF-ek egy sajátos csoportját „*alternatíva*”-*függvényeknek* nevezzük. (Lásd a 2. táblázatot.) Más TMF-ektől való megkülönböztető jegyük a következő:

Valamely függő változóról feltételezhetjük, hogy változását több, egymással „versenyző” alternatív tényező valamilyen közgazdasági szempontból magyarázza. Ilyen alternatív „versenyző” tényező-párok, tényező-hármasok a következők:

- Szocialista és tőkés import
- Szocialista és tőkés export
- Beruházás és fogyasztás
- Ipari, mezőgazdasági és építőipari termelés
- Termelés régi, rekonstruált és új üzemben.

Összesen 17 „*alternatíva*”-függvényt határoztunk meg. (Felsorolásukat lásd a 2. táblázatban.) A tizenhét összefüggés közül tizenegyben a totális korrelációs együttható értéke nem érte el az alsó határként megjelölt 0,70-es értéket. Az eredményekre általában jellemző, hogy az *R* mutató értéke alacsony, a függvények többségénél közelebb esik értéke 0,7-hez, mint 0,8-hoz. Az eredmények további sajátossága, hogy az alacsony *R* mutató mellett is a paraméterek nagyobb része szignifikánsan különbözik nullától. Nemesak azoknál az összefüggéseknél áll ez fenn, ahol az *R* mutató értéke nagyobb,

mint 0,7, hanem azok egy részénél is, ahol kisebb. A paraméterek becslése tehát megfelelő, de a függő változó alakulásának megértéséhez nem elégséges a szóban forgó magyarázó változók alakulásának ismerete. A függő változókra más tényezők is hatnak, az „alternatíva”-függvényekben szereplő indikátorok mellett.

Az „alternatíva”-függvényeknél azonban nem is az volt a fő célunk, hogy mindazon tényezőket számításba vegyünk, amelyek a függő változók alakulását befolyásolhatják. Csupán az alternatív tényezők relatív súlyára, egymáshoz viszonyított arányára voltunk kíváncsiak. A függvények csoportjánál ezért megfelelőnek tekinthetjük mindazokat a függvényeket, amelyeknél minden magyarázó változó értéke szignifikánsan különbözik nullától, függetlenül attól, hogy  $R$  értéke kisebb-e vagy nagyobb, mint 0,7.

A függvények paramétereinek ismertetésétől itt eltekintünk, és csupán néhány kvalitatív következtetést sorolunk fel.

— A termelés és a nemzeti jövedelem alakulása egyaránt függ a szocialista és a tőkés export volumenétől. A szocialista export egy százalékos növelése nagyobb, a tőkés export egy százalékos növelése kisebb kibocsátás növekedéssel jár együtt.

— A fogyasztás és a relációnkénti export-volumenek között nem mutatható ki kapcsolat.

— A relációnkénti import-volumenek változása sem a termeléssel, sem a nemzeti jövedelemmel, sem a fogyasztással nem hozható a nyert eredmények szerint összefüggésbe.

— A nemzeti jövedelem invariáns a régi, a rekonstruált és az új üzemekben folyó termelés arány-változásaira. (Itt újra találkozunk azzal a problémával, amelyről már szó volt az eredményráfordítás típusú függvények elemzésénél.)

— Az összes és a szocialista export volumene kapcsolatban van az ipari és a mezőgazdasági termeléssel. A mezőgazdasági termelés volumenének változására az export érzékenyebben, az ipari termelés volumen-változására kevésbé érzékenyen reagál.

— A termelés alakulása a beruházással és a beruházással versenyző importtal egyaránt összefüggésben van. Az import egy százalékos növekedése 0,18, a beruházás egy százalékos növekedése 0,12 százalékos termelés-növekedéssel jár együtt.

### 3. A közgazdasági következtetések összefoglalása

A továbbiakban összefoglaljuk a TMF-számításból adódó közgazdasági következtetéseket, majd összehasonlítjuk az eredeti MP-számításból közvetlenül levont tanulságokkal.

1. A társadalmi termék és a nemzeti jövedelem 1975. évi alakulása leg-erősebben a foglalkoztatott létszámtól függ. Ötváltozós lineáris függvény esetén (a létszám, a beruházás, az export-struktúra, az import-struktúra, és az import volumen figyelembevételével), a létszám differenciális termelékenysége 89 ezer forint per fő. Egy fő pótlólagos beállítása (vagy ezzel ekvivalens mértékű termelékenység növekedés) — az összes többi tényező változatlanóságát feltételezve — 89 ezer forint termeléstöbbletet eredményezne 1975-ben.

2. A foglalkoztatott létszám után a beruházás hat a társadalmi termék alakulására a legjelentősebb mértékben.

3. A termelés és import volumenének változása között közepes erősségű összefüggés van. Ha két tényező, az import és beruházás függvényében vizsgáljuk a termelés alakulását, kiderül, hogy egy százalékkal növelve az importot, 0,18%-os, és egy százalékkal növelve a beruházást, 0,12 százalékos termelés-növekedéshez jutunk. Több tényezős függvény esetén az import súlya ennél alacsonyabb. Megelőzi a létszám, a beruházás, az export és import-struktúra változója.

4. A termelés volumene függ mind a szocialista, mind a tőkés export volumenének változásától. A rubel export egységnyi növelése nagyobb, a dollár exporté kisebb termelés-növekedéssel jár együtt. A termelés növekményben az export részaránya nagyobb, mint az összes termelésben, vagyis az export egészét tekintve, egy százalékos export növelés kevesebb, mint egy százalék termelés növekedést igényel.

5. Az export volumene szorosan függ az export relációnkénti struktúrájától. Minél több relatíve a tőkés export, az összes export volumene annál nagyobb lehet; minél több relatíve a szocialista export, annál kisebb. (Számszerűen kifejezve: ha egységnyi szocialista exportra egy százalékkal több tőkés export jut, az összes export 0,17 százalékkal nő.)

6. A fogyasztás és relációnkénti export volumene között *nem* mutatható ki kapcsolat. Ez másképpen azt jelenti, hogy a fogyasztás növekedése nem okoz exportkiesést, vagy megfordítva, az export volumenének növelése nem oldható meg a fogyasztás volumenének csökkentésével.

7. A beruházásnak és a fogyasztásnak a termeléssel való kapcsolatát összehasonlítva, kitűnik, hogy a fogyasztás növelése háromszor nagyobb termelés-növeléssel jár együtt, mint a beruházás növelése.

8. Mind az összes exportra, mind pedig a szocialista exportra vonatkozóan a mezőgazdaság differenciális hozama nagyobb, mint az iparé. Egy forint mezőgazdasági termelésnövekedés 0,14 devizaforint összes exportnövekedéssel jár együtt, s ezzel azonos a szocialista exportra gyakorolt hatás. Az ipar esetében az összes exportban 0,05 devizaforint, a szocialista exportban pedig 0,02 devizaforint a differenciális hozam.

A makrofüggvény-számítások elemzési eredményét az eredeti MP-számításokkal összehasonlítva, egyezőségeket és eltéréseket tapasztalhatunk. Nem térünk most ki az MP-számítások közgazdasági elemzésének részletes ismertetésére, ezek más publikációkban megtalálhatók.<sup>4</sup> Megkíséreljük viszont a 9. táblázatban összefoglalni a két számítás megállapításainak megegyezését és eltérését.

A táblázatban csak azokat a megállapításokat emeltük ki, amelyekre mindkét számításból nyertünk közvetlen eredményeket. Az eredmények nagyrészt igazolták, alátámasztották egymást.

Azok a matematikai tervezők, akiknek a múltban elemezniük kellett egy-egy MP-moddellel végzett hosszabb számításorozatot, mindig szembe kerültek a következő nehézséggel: hogyan lehetne a számításorozat *egészéből* következtetéseket levonni. Általában arra kényszerültek, hogy megegyedjenek a sorozat néhány, egymást kiegészítő tagjának elemzésével. Ha válaszolni akartunk egy-egy közgazdasági kérdésre, úgy kifejezetten e kérdés megválaszolására érzékenységi vizsgálatot folytattunk. Ha a kérdés az volt: milyen hatással jár a létszámkeret növelése, úgy — *ceteris paribus* — több számítást végez-

<sup>4</sup> Lásd [8] és [9].

tünk, különböző nagyságú létszámkeretekkel és ezek eredményeit hasonlítottuk össze. Most, a TMF-metodikával eszközt kaptunk a teljes számítás-sorozat együttes feldolgozására. *Most már a különböző kvalitatív és kvantitatív következtetéseket mind az S darab realizáció, az egész minta alapján vonhatjuk le.* Még az is lehet, hogy e következtetés más lesz, mint amit néhány kiragadott számítás alapján állapítottunk meg. Például más választ kapunk arra a kér-

9. táblázat  
Az MP és a TMF számítás tanulságainak összehasonlítása

A közgazdasági tanulság rövid leírása	MP-számítás igazolja-e?	TMF-számítás	A két eredmény összehasonlítása
A termelés volumenét leginkább meghatározó tényező a foglalkoztatási (ill. termelékenység) szint	igen	igen	egyező
Közvetlenül a munkaerő után következő tényező a beruházás	igen	igen	egyező
A rubel export egységnyi növelése nagyobb, a dollár exporté kisebb termelésnövekedést eredményez	igen	igen	egyező
Az export-volumen növelése elsősorban a tőkés export növeléséértől függ	igen	igen	egyező
A fogyasztási színvonal növelése nem versenyez az exporttal, vagyis a fogyasztás emelése nem elosztási probléma	igen	igen	egyező
A fogyasztás növelése a beruházásoktól függ	igen	nem	eltérő
A fogyasztás növelése függ az állóalapot modernizálásától	igen	nem	eltérő
A fogyasztás növelése lényegében csak a létszám erőforrás függvényében vizsgálható	nem	igen	eltérő
A termelés növekményében az export részaránya növekvő tendenciát mutat	igen	igen	egyező

désre, milyen tényezőktől függ a fogyasztás emelése, ha fogyasztási makrofüggvényeket állapítunk meg, mint ha csupán 3–4 variánst vizsgálnánk meg ebből a szempontból.

Ezen túlmenően a TMF-ek felhasználhatók az „anyamodell”, valamint az elsődleges és másodlagos adatok *kritikai felülvizsgálatra* is. Példa erre a modernizálási indikátor esete. Az MP-számításokban és a TMF-számításokban egyaránt vizsgáltuk azt a kérdést, hogyan hat a technikai fejlődés a társadalmi termék, a nemzeti jövedelem és a fogyasztás alakulására. Már az MP-számításokból is kitűnt, hogy az állóalapot modernizálása, az új technika fokozottabb bevezetése nem hat az eleve feltételezett intenzitással az említett mutatókra. A TMF-számításokban a probléma még élesebben mutatkozott meg. A ráfordítás-eredmény függvényeknél, mint említettük, a modernizálási indikátor már az első fázisban kiesett. Az „alternatíva”-függvények csoportjával folytatott vizsgálat is hasonló eredményre vezetett. A modernizálási mutató változása nem befolyásolja a termelés és nemzeti jövedelem alakulását. Mindez élesen rámutatott az MP-számítás elsődleges adatainak egyik hiányos-



ságára; a modellben szereplő régi, rekonstruált és új üzemek technikai színvonalát kifejező koefficiensek nem különböznek kellőképpen egymástól.

Mindezek alapján elmondható: a TMF-számítás gazdagabbá és megalapozottabbá teszi ismereteinket ahhoz képest, mintha csupán közvetlenül elemeznénk az MP-modellel végzett számítás sorozatot.

#### 4. Metodikai problémák és tanulságok

Noha a 2.—3. fejezetekben főképpen a közgazdasági következtetéseket igyekeztünk kiemelni, futólag már érintettünk metodikai kérdéseket. Most azonban részletesebben is kitérünk a metodika néhány problémájára, mégpedig abban a sorrendben, ahogy a két cikk korábbi részeiben a makrofüggvények négy specifikumát tárgyaltuk. Mondanivalónk a 2., 3. és 4. specifikumhoz kapcsolódik.

##### *A lineáris és a log-lineáris forma összehasonlítása*

A TMF-számítások eredményei azt mutatták, hogy a függvények többségénél a lineáris és a log-lineáris forma illeszkedését értékelő totális korrelációs együttható nagysága között a különbség igen kicsi. Az eltérések általában az  $R$  mutatók harmadik, de legfeljebb második jegyében mutatkoznak, azaz ezred vagy század nagyságrendűek. A lineáris és a log-lineáris függvények illeszkedése közötti kis — gyakorlati szempontból legtöbb esetben elhanyagolható — eltérés annak következménye, hogy a változók mintabeli szórása nem volt elég nagy. A változók szórásainak értéke azt jelzi, hogy viszonylag szűk az az intervallum, amelyben az adatok többsége elhelyezkedik. Ennek következtében az adatok alakulását egyaránt jól (vagy nem jól) közelíti meg a lineáris és a log-lineáris függvény, hiszen a log-lineáris függvények rövid szakaszai viszonylag pontosan közelíthetők lineáris függvényekkel és fordítva.

A lineáris és a log-lineáris formák hasonlóságából azonban nem következik, hogy mindenáron olyan mintát kellett volna kialakítanunk, amelyben a változók szórása nagyobb. Az sem következik, hogy felesleges volt mindkét forma kiszámítása. Az egyes tervvariánsok valóság-hűségét tettük volna ugyanis kockára akkor, ha túl sok olyan változatot készítünk, amely a változók nagyobb szórásához vezet, hiszen a nagy szórás azt jelenti, hogy a változók igen sok esetben szélsőséges értékeket vesznek fel. A változókra azonban csak akkor nyerhetünk szélsőséges értékeket, ha szélsőségesek azok a feltételek, amelyek a tevékenységeket korlátozzák. Egy és ugyanazon évre vonatkozólag, ha adódnak is alternatív cselekvési lehetőségek, a lehetséges változtatások mértéke korlátos. Statikus elemzés alapján tehát, ha a realitás talaját nem akarjuk elveszteni lábunk alól, a mutatók szórását nem növelhetjük tetszés szerint. Olyan minta kialakítására, amelyben a változók szórása elég nagy ahhoz, hogy a lineáris és a log-lineáris forma közötti különbség jelentős legyen, valószínűleg csak dinamikus elemzésnél lesz lehetőség.

A lineáris és a log-lineáris forma külön-külön való kiszámítása két szempontból bizonyult hasznosnak. Elsősorban azért, mert az elkülönített számítások nélkül, csupán „ránézésre”, a minta tanulmányozása alapján nem vonhattuk volna le a fenti következtetéseket, hogy a minta szórása nem elég nagy a lineáris és a log-lineáris forma megkülönböztetéséhez. Másodsorban azért volt hasznos mindkét forma kiszámítása, mert megkönnyíti az eredmények

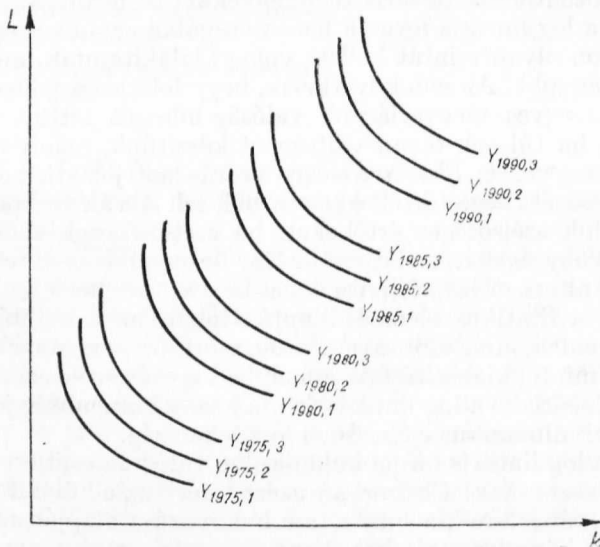
gyakorlati közgazdasági értékelését. Azokban az esetekben, amikor a lineáris és az exponenciális forma illeszkedése nem tért el jelentősen egymástól (és általában az volt a jellemző), mindkét forma függvénye egyaránt kifejezi a változók közötti összefüggéseket. A lineáris formákból az eredeti mértékegységekben mért, a log-lineáris formákból a százalékos összefüggések olvashatók le — márpedig mindkét kifejezőmód gyakorlatilag jól használható.

### *A minta tudatos kialakítása*

A vizsgálat alapjául szolgáló, 51 realizációból álló minta kialakítására, az MP-moddellel végzett számítássorozat megtervezésére nem hatottak a TMF-számítás speciális igényei. A számítássorozat kizárólagos hivatása az volt, hogy feleljen a gyakorlati tervezők közgazdasági problémáira. A TMF-vizsgálat mintegy „készen” kapta ezt a mintát.

Hasonló vizsgálatoknál célszerű lesz a jövőben kifejezetten szem előtt tartani a becslés speciális igényeit. Igaz, amint arra az előző alfejezetben rámutatunk, nem növelhetjük tetszés szerint a minta szórását — de valamelyest befolyásolhatjuk, mégpedig a függvény-illesztést megkönnyítő irányban. A számítássorozat megtervezésekor többet kell „játszani” azokkal az indikátorokkal, amelyek kölcsönhatására kíváncsiak vagyunk. Különösen az egymással „versenyző” alternatív tényező-párok, tényező-hármasok (pl. technológiai alternatívák, vagy külkereskedelmi alternatívák stb.) sokféle, egymástól kissé merészebben eltérő kombinációival érdemes kísérletezni.

A TMF-becslések jobb megalapozását is elősegíti majd, ha áttérünk egy-periódusos, statikus MP-tervmodellekről a többperiódusos, dinamikus MP-modellek alkalmazására. Ez a munka folyamatban van.<sup>5</sup> Ily módon az MP-moddellel nem ugyanazon időszakokra vonatkozó mintát, hanem „idősorokat” állíthatunk elő: a termelés, a beruházás, a külkereskedelem növekedésének különböző időbeni pályáit.



1. ábra

<sup>5</sup> Lásd a [8] tanulmányt.

A dinamikus modelltől várható könnyebbséget — az első cikkben megkezdett példát folytatva — a termelési függvény illesztésével illusztráljuk, az *1. ábrán*. Itt most nem egyetlen időpontra adunk meg háromféle  $Y_1$ ,  $Y_2$  és  $Y_3$  értéket, hanem négy időpontra három-három értéket. Ha azután mindegyikhez 10–10-féle  $[K, L]$  kombinációt írunk elő, így végeredményben 120  $[Y, K, L]$  adathármas áll majd rendelkezésre. Ezekhez négy izokvantumgörbét illeszthetünk — azaz végeredményben sokkal megbízhatóbban végezhetjük el a termelési függvény paramétereinek becslését.

Cikkünkben most csak röviden jeleztük a minta *tudatos* kialakításának néhány szempontját. A kérdés azonban mélyebben fekvő valószínűség-elméleti és általános ismeretelméleti problémákhoz vezet el. Az alkalmazott becslési eljárásokat (a regressziószámítást, a legkisebb négyzetek módszerét stb.) eredetileg véletlen minták alapján végzett becslésekre dolgozták ki. Mi a helyzet ezek alkalmazásával, ha a mintát tudatosan formáljuk? A kérdést itt csupán jelezni akartuk — megválaszolása túlnőne cikkünk keretein és további kutatást igényel.

### *A többfázisú becslésről*

A becslési módszerekről szólva csupán a többfázisú becslés speciális problémáira térünk vissza még egyszer.

Sokváltozós függvények paramétereinek többfázisú becslése hasznosnak bizonyult. Az összes fázishoz tartozó paraméterek, a becslési hibák és a totális korrelációs együtthatók kiszámításából az egyes konkrét összefüggésekre vonatkozólag a következő információkhoz jutottunk:

Megállapítottuk, hogy az egyes változók kihagyása milyen mértékben rontotta a függvény illeszkedését mutató totális korrelációs együtthatót. Általában azt tapasztaltuk, hogy azoknak a változóknak a kihagyása, amelyek értéke 95%-os valószínűségi szinten nem különbözött szignifikánsan nullától, a totális korrelációs együttható értékét vagy egyáltalán nem, vagy csak jelentéktelen mértékben módosította.

Megfigyeltük, hogy a magyarázó változók számának csökkentése milyen mértékben javítja vagy rontja a függvényben továbbra is szereplő paraméterek becslési hibáit. A számítások ebből a szempontból függvényenként és paraméterenként elég képet mutattak: egyes paraméterek hibája minden újabb változó kihagyásával csökkent, másoké egy ideig csökkent, majd nőtt, és voltak olyan paraméterek, amelyeknek a hibája az egyik fázisban csökkent, a másikban nőtt s. i. t. Figyelemreméltó az eredményeknek két közös vonása. A relatív hibák változása fázisonként egy-két kivételtől eltekintve, nem volt jelentős. A legjobbnak definiált függvényből további változókat kihagyva, a függvényben még szereplő magyarázó változók paramétereinek becslési hibája nem csökkent, hanem változatlan maradt vagy nőtt.

## **5. Kutatási feladatok**

Kutatócsoportunkban a konkrét vizsgálat tapasztalatai alapján az a meggyőződés alakult ki, hogy a tervadatokból számított makrofüggvények a gyakorlati tervezőmunka hasznos eszközeivé válhatnak, s a gazdasági folyamatok elméleti elemzéséhez is alkalmazhatók. A módszertan azonban továbbfejlesztésre szorul.

Mindenekelőtt javítanunk kell az „anyamodellt”, az MP-számítást: mind a modell szerkezetét, mind pedig az elsődleges és másodlagos adatok minőségét. Különösen fontos ebből a szempontból az áttérés többperiódusos, dinamikus modellek alkalmazására.

Tovább kell fejlesztenünk az MP-modellel végzett számításorozatok megtervezését, a TMF-számítások speciális igényeinek figyelembevételével.

Ki kell bővítenünk a TMF-ekkel leírt összefüggések körét.

Kísérleteznünk kell más — a jelen vizsgálatban nem alkalmazott — matematikai formákkal.

Végül, módszeresebben kell összevetnünk a tény- és a tervadatokon alapuló makrofüggvényeket. Mindkét kategóriában ki kell dolgoznunk olyan függvényeket, amelyek — az indikátorok típusát és az összefüggés formáit tekintve — szigorúan összehasonlíthatók. Ha ezt biztosítottuk, úgy — egyik kísérletként — kipróbálhatjuk a tény- és a terv-minta egyesítését is. Ez fontos támpontokat adhat majd a tervmodellekre alapozott makrofüggvény-számításoknak az eddiginél alaposabb értékeléséhez is.

(Beérkezett: 1971. október 20.)

#### IRODALOM

1. DÁNIEL Zs.: Jelentés a többtechnológiás, többperiódusos ( $B_2$ ) modellel végzett kísérleti számítások eredményeiről. Budapest, 1971. Országos Tervhivatal Távlati Tervezési Főosztály. Sokszorosított.
2. KOOPMANS, T. C.: Analysis of production as an efficient combination of activities. In: KOOPMANS, T. C. (szerk.): Activity analysis of production allocation. New York — London, 1951. Wiley — Chapman.
3. KORNAI J.: A gazdasági szerkezet matematikai tervezése. Budapest, 1965. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.
4. KORNAI J.: A népgazdasági szintű számítások értékelése. Népgazdasági programozás (1966—70) 29. tájékoztató. Budapest, 1968. Országos Tervhivatal Tervgazdasági Intézet. Sokszorosított.
5. KORNAI J.: Programozási számítások alapján becsült makrofüggvények. Budapest, 1969. Országos Tervhivatal Távlati Tervezési Főosztály. Sokszorosított.
6. RIMLER J.: A munka és az állóalap korlátozott helyettesíthetőségéről. Közgazdasági Szemle, 1967/4. sz. 1072—1082, 1225—1234 o.
7. RIMLER J.: Terv-makrofüggvények. Budapest, 1970. Országos Tervhivatal Távlati Tervezési Főosztály. Sokszorosított.
8. ÚJLAKI Zs.: Hosszútávú többperiódusos összevont ( $B_2$ ) programozási modell. Sigma, 1969/2. sz. 299—312 o.
9. ÚJLAKI Zs.: A program-variánsok szerepe a IV. ötéves tervkonceptió megalapozásában. Gazdaság, 1970/3. 35—55 o.

#### MACROFUNCTIONS CALCULATED ON THE BASIS OF PLANNING MODELS: NUMERICAL APPLICATION

For the elaboration of the Five-Year Plan for 1971—75 many planning variants were produced by a linear programming model. Aggregated data of these planning variants were used as a sample for the estimation of macrofunction parameters. Further characteristics of the research described in the paper were as follows: 1. 22 aggregated variables were included in the calculation, among them indices expressing the structure of national income, consumption, exports and imports, number of workers, investments, inputs and outputs; 2. The majority of variables figured both as explanatory and as explained variables; 3. The paper describes the procedures used for parameter estimation.

From the calculation, which resulted in more than twenty macrofunctions, all having an economic interpretation the authors make numerous conclusions of economic and methodological nature. From among the economic conclusions, the most comprehensive result can be mentioned, namely, that changes in the number of workers had the most important impact on outputs, and only after this followed, less significantly, investments. Beside these above-mentioned two factors the volume and structure of foreign trade had also an outstanding role in forming outputs.

The methodological lessons are related partly to the utilization of a programming model generating the sample, and partly to results gained from multiphase estimations applied in the course of calculations.

#### МАКРОФУНКЦИИ, ИСЧИСЛЕННЫЕ НА ОСНОВЕ ПЛАНОВЫХ МОДЕЛЕЙ: НУМЕРИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Для разработки пятилетнего плана на 1971—75 гг. было подготовлено много плановых вариантов с помощью модели линейного программирования. Сводные данные этих плановых вариантов использовались в качестве выборки для оценки параметров макрофункций. Дальнейшие характерные черты исследования, изложенного в статье, были следующие: 1. В расчетах фигурировали 22 агрегированных переменных, среди них индексы национального дохода, потребления, совокупного экспорта и импорта, занятости, капитальных вложений, структуры затрат и выпусков; 2. большинство переменных одновременно фигурировало в качестве объясняющей и объясненной переменной; 3. были описаны в числах параметры одно- и многофазных функций. В однофазных функциях фигурировали одна зависимая и не больше трех независимых переменных. Параметры функций оценивали методом наименьших квадратов. При многофазных функциях, где фигурировали больше трех объясняющих переменных, параметры оценивали также методом наименьших квадратов, но для всех фаз отдельно. Фазы различались друг от друга в том, что во всех последующих фазах фигурировала на одну меньше переменная, чем в предыдущей фазе. Критерий отпуска переменных: всегда следует выпускать из расчета ту переменную, которая в наименьшей мере портит тотальный коэффициент корреляции, выражающий прилагание функции; 4. форма функций была всегда линейная или логлинейная.

Из расчета, в результате которого получилось больше двадцати экономически толкуемых макрофункций, авторы выводят ряд экономических и методологических заключений. Из экономических выводов, как самый охватный результат, можно отметить, что, согласно исследованию, наиболее сильно на выпуск влияло изменение численности и рабочей силы только после этого следовало, с гораздо меньшим значением влияние капитальных вложений. Наряду с этими двумя факторами объем и структура внешней торговли тоже играли значительную роль в динамике выпуска.

Методологические выводы связаны, с одной стороны, с применением модели программирования в качестве выборки, а, с другой стороны, с результатами, полученными из многофазной оценки, примененной в исчислении.