

Hosszú távú többperiódusos összevont (B_2) programozási modell

Magyarországon néhány korábbi kísérlettől eltekintve az elmúlt két évben indult meg a hosszútávú (15–20 éves) tervezés. A munka egyik legfontosabb célkitűzése, hogy megfelelő időhorizontot biztosítva a középtávú (ötéves) tervezés számára, megalapozottabbá tegye az ötéves tervezés keretén belül szükséges döntéseket.

A hosszútávú tervezésnek még kevés tudományos és irodalmi támpontja van; módszerei általában kialakulatlanok, és ezen belül a matematikai módszerek ugyanesak a kutatás stádiumában vannak. A munka tehát világszerte útkereső, kísérletező jellegű.

Jelenleg, amikor első ízben kísérjük meg az 1971–85. évekre vonatkozó tizenötéves terv kidolgozásánál a matematikai módszerek alkalmazását, érthető módon az ötéves tervezésben nyert modellezési tapasztalatokra támaszkodunk. Ez nem jelentheti természetesen az ötéves tervezési módszerek vagy modellek egyszerű átvételét. A hosszútávú tervezés jellege és módszerei mások, tehát mások a modellekkel szemben támasztott követelmények is [1], [2], [5], [7], [8]. Mégis úgy gondoljuk, a már kipróbált és többé-kevésbé bevált modelleket érdemes a hosszútávú tervezés szempontjából felülvizsgálni, és megkísérlni e követelményeknek megfelelő átalakításukat, módosításukat.

A hosszútávú tervezés céljaira nem egyetlen modellt kívánunk kidolgozni, hanem egy egész „modell-családot”. A modell-család egyes tagjai a statikus és dinamikus Leontief-modellek körébe tartoznak [3]. Mások közülük lineáris programozási modellek. [4], [9], [10]. Az utóbbiak több változatban készülnek.

Előreláthatólag lesznek viszonylag részletes ágazati modellek, amelyeket a többszintű tervezés módszereivel kapcsolnak össze népgazdasági modellekké. Ezen kívül készülnek kevésbé részletes, összevont modellek is.

A B_2 modell, amelyet ismertetek, a modell-család egyik tagja. Az ötéves tervezésben már alkalmazott, egyetlen tervperiódusra vonatkozó összevont népgazdasági programozási modellre (az ún. B_1 modell) épül. [12]

E cikkben a magyar gyakorlati alkalmazás céljaira kidolgozott konkrét modellt ismertetem és csak egy későbbi tanulmányomban szeretném összehasonlítani azt néhány más, rokon modellel (pl. L. V. Kantorovics, Kornai J., A. Mann, R. Eckhaus modelljeivel).

Az 1956–1970. és 1971–1975. évek [12], [13] ötéves terveinek előkészítésénél felhasznált modell a tervperiódus utolsó évi termelését és külkereskedelmi struktúráját programozza. A periódus alatt végbemenő beruházások ágazatközi elosztását a záróév termelési struktúrájához kapcsolva oldja meg

anélkül, hogy a beruházási javakat termelő ágazatok termelése és a népgazdaság egészének beruházásigénye közötti kapcsolatokat figyelembe venné.

A többperiódusos B_2 modell az egyperiódusos B_1 modell továbbfejlesztését jelenti.

A modellnek természetesen nem az a hivatása, hogy 15–20 évre előre cselekvési programot adjon, hanem, hogy felmérje a soron következő öt év tartósabb következményeit, illetve a távolabbi jövő igényeit a közelebbi jövővel szemben. *A többperiódusos aggregált programozási modell feladata a közeli és távoli jövő kölcsönhatásainak elemzése.*

A modell közgazdasági alapgondolatai

A modell több — jelenlegi alkalmazásakor 3–4 (egyenként öt éves) tervperiódust fog át. Egy-egy tervperiódus modellje külön is életképes. Alkalmas arra, hogy kiszámítsuk vele például az 1971–75. éves időszak, vagy az 1981–85. évi időszak tervét. Ugyanakkor a négy modell összekapcsolható, s így egyetlen nagyméretű modellel számítható az egész húszéves korszak programja.

A t -edik öt éves tervperiódus ($t = 1, 2, 3, 4$) feltételi rendszerének általános formája:

$$(1) \quad \begin{cases} Ax(t) \leq b(t) \\ x(t) \geq 0 \\ cx(t) \rightarrow \max! \end{cases}$$

Feltételezzük, hogy a t -edik periódus korlátvektora, $b(t)$ a megelőző periódus programjától függ:

$$(2) \quad b(t) = f[x(t-1)].$$

Ezt a függést kétféleképpen vehetjük figyelembe. Az egyik lehetőség: a modellen kívül, azaz *exogén* módon vezetjük le a $b(t)$ korlátvektor minden egyes komponensét. Az egyes periódusok modelljét tehát közvetlenül nem egyesítjük, nem kapcsoljuk össze egy egységes húszéves modullé. A kapcsolódást csupán a (2) reláció modellen kívüli, „kézi” érvényesítése biztosítja.

Ennek az eljárásnak az az előnye, hogy figyelembevehető a (2) intertemporális reláció nem-lineáris összefüggései is.

A másik lehetőség: egyesítjük egyetlen modellel a négy periódus külön blokkjait. Ehhez az kell, hogy a (2) intertemporális relációt a következőképpen linearizáljuk:

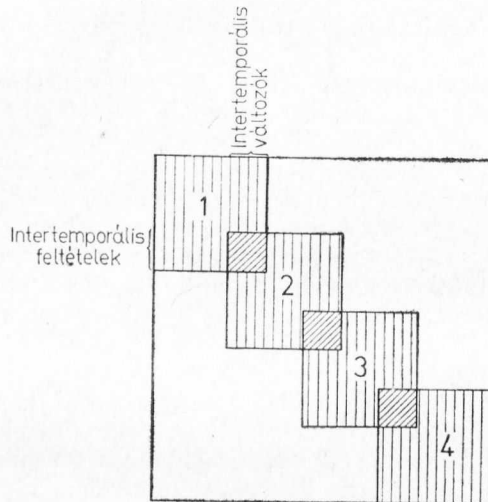
$$(3) \quad b(t) = b_0(t) + Bx(t),$$

ahol a jobboldalon szereplő első tag, $b_0(t)$, a korlátvektornak exogén adott, a korábbi periódus programjától nem függő összetevője, a második tag pedig az előző periódus programjától függő összetevő.

Amennyiben a (3) szerinti linearizálást alkalmazzuk, úgy a periódusok közti kapcsolatokat *endogén* módon, a modellen belül kezelhetjük. Ezt mutatjuk be az alábbi ábrán, amely az összekapcsolt blokkok közös együttható-matrixának struktúráját szemlélteti.

A négy blokk: a négy periódus modellje. A függőlegesen csikozott kockák átlósan, sarkaiknál fedik egymást. A sűrűn csikozott kis kockák: az inter-

temporális kapcsolatok blokkjai, itt szerepelnek az intertemporális feltételek. Intertemporális feltételeknek nevezzük azokat az összefüggéseket, amelyekben egyaránt szerepelnek a t -edik és a $(t + 1)$ -edik periódus változói.¹ A t -edik periódus beruházási tevékenységei például megteremtenek olyan kapacitásokat, amelyek a $(t + 1)$ -edik periódusbeli termelő tevékenységek kapacitás korlátai lesznek. A modellben folyamatosan bővíteni kívánjuk az intertemporális feltételek körét.



1. ábra.

Az ábrán szemléltetett struktúra esetleg átalakítható a szabványos két-szintű struktúrára. Ez esetben felhasználható a kétszintű programozás bármely egzakt vagy közelítő dekompozíciós algoritmus [6], [15]. Lehetséges azonban, hogy előnyösebb lesz kihasználni a matrix speciális szerkezetét és kifejezetten erre a feladatra kidolgozott eljárást alkalmazni. A probléma vizsgálata folyamatban van.

A B_2 modell egy-egy periódushoz, s ezen belül egy-egy ágazathoz többféle technológiát rendel, amelyek különböznek egymástól részben műszaki megoldásban, részben pedig a korábbi periódusok állóalapjaihoz való viszonyokban.

Ismeretesek többperiódusos modellek, amelyek periódusonként eltérő, de egy perióduson belül ágazatonként egységes, átlagos technológiai koefficienseket használnak. Azaz például az i -edik ágazatnak az l -edik ágazattól igényelt termékelhasználását az a_{li} (1975), a_{li} (1980), a_{li} (1985), a_{li} (1990) koefficienssorozat adja meg.

A B_2 modellben másképp járunk el. Egy-egy technológiához az időben állandó koefficiensek tartoznak, viszont periódusról periódusra változhat a technológiák súlya, részaránya aszerint, hogy a program milyen arányban

¹ Ilyen intertemporális feltételek pl. a (7) és (15–16) feltételek.

kombinálja a különböző technológiákat. A t -edik periódusban az i -edik ágazatnak az l -edik ágazattól igényelt fajlagos termékfelhasználását a következőképpen kapjuk meg:

$$(4) \quad a_{ii}(t) = \frac{\sum_j a_{ij} x_{ij}(t)}{\sum_j x_{ij}(t)},$$

ahol $x_{ij}(t)$ az i -edik ágazatnak a j -edik technológiával folytatott termelése a t -edik periódusban.

A (4) képlet bal oldalán szereplő ágazati átlagos együttható nem jelenik meg közvetlenül a modellben, amelyben csupán a képlet jobb oldalán olvasható, technológiánként eltérő együtthatók szerepelnek.

Nézetem szerint a választott megoldás kedvező a technikai fejlődés tervezése szempontjából. Az ágazati átlagos technológiai koefficiens ugyanis nem eleve elrendelt nagyság, hanem attól függ, hogy milyen beruházásokkal fejlesztjük az ágazatot, milyen ütemben vezetjük be az új technológiát.

Ez közgazdaságilag azt a feltevést foglalja magában, hogy a technikai fejlesztés a gépek, felszerelések, általában az állóalapok műszaki összetételének változásában testesül meg (Embodied technological progress). A feltevés jögyosságát alátámaszthatja, hogy az állóalapok összetételének változása az egyéb technikai feltételek (anyagfelhasználás struktúrája és javuló anyagfajlagosok, munkaerő minőségi összetétele) változását is maga után vonzza.

Az ágazatonkénti technológiai variánsok három fő típusba sorolhatók:

1. típusú technológiák: a periódus kezdetén már fennálló kapacitáson változatlan technológiával folyó termelés. Ez a periódus alatt csupán az állóalap egyszerű fenntartásához szükséges bruttó beruházási ráfordításokat igényli.

2. típusú technológiák: a periódus kezdetén már fennálló kapacitáson módosított technológiával folyó termelés. A módosítás jelentheti a régi géppark részleges vagy teljes kicserélését, az épülettér bővítését, szűk keresztmetszetek feloldását, a gyártás energiafelhasználásának korszerűsítését stb. Az ilyen akciók a tervperiódus alatt a régi állóalapok pusztá fenntartásán túlmenő beruházási ráfordításokat is igényelnek. A beruházási akciók végeredményben a termelés ráfordításainak megváltozásához és esetleg a termelés extenzív bővüléséhez is vezetnek. Az alternatíváknak ezt a típusát röviden „rekonstrukció”-nak nevezzük.

3. típusú technológiák: a periódus kezdetén még nem létező, a periódus alatt létrehozott kapacitáson folyó termelés. Az ilyen akciók a tervperiódus alatt „új” beruházási ráfordításokat igényelnek.

Az 1. típusú technológiából az első periódusban ágazatonként csak egy-egy szerepelhet. Ezzel szemben az 1. típushoz a további periódusokban, valamint a 2. és 3. típushoz valamennyi periódusban ágazatonként több változó is tartozhat. A 2.1., 2.2., 2.3., ... változók a rekonstrukciók különböző változatait, a 3.1., 3.2., 3.3., ... pedig a teljesen új létesítmények különböző műszaki megoldásait képviselik.²

² Jelölésünkben a továbbiakban nem teszünk különbséget 1, 2, 3 technológián belüli műszaki variánsok között, noha valójában feltételezzük ezek létezését.

Lényegesnek érezzük a három fő típus megkülönböztetését. A hosszútávú tervezés egyik fő problémája: mennyire determinálja a tervidőszak kezdetén működő állóalap, a történelmileg örökölt induló állapot a további fejlődést, illetve a gazdaság növekedésének további menete mennyire szakadhat el kiinduló struktúrájától. Ebből a szempontból lényeges az induló állománytól függő 1. és 2. típusú változók megkülönböztetése az induló állománytól független 3. típusú változóktól.

A többperiódusos modellek (köztük például a dinamikus Leontief-modell) rendszerint teljes tőke-matrixokat használnak fel, amelyek azt adják meg, hogy az i -edik ágazat termeléséhez mennyi olyan termelési alapot használnak fel, amely az l -edik ágazatból ered. A B_2 modell ettől az eljárástól két szempontból tér el:

- nem a termelési alap igénybevételét, tőkelekötést vesz számításba, hanem beruházásokat, azaz a termelési alapnak a tervperiódus alatti bruttó növekményét;
- kiemeljük a beruházási ráfordítások közül azokat, amelyek a gépiparból és építőiparból erednek. Ez számszerűsíthető a legmegbízhatóbban, s amúgy is ez teszi ki a beruházások zömét. Az egyéb ágazatokból származó beruházási ráfordítások forrásainak ágazatok szerinti tagolására csak kevésbé megbízható becsléseket adhatnánk.

A modellben az egyes periódusokon belüli dinamika kezelésének módszere hasonlít az összevont egyperiódusos modellnél alkalmazotthoz. Azaz az utolsó tervév termelési struktúráját programozzuk, s ehhez kapcsolódik a tervperiódus alatti beruházási tevékenység. Itt sem tekintjük a modell döntési problémájának a beruházások időbeni elosztását, ütemezését a tervperióduson belül.

A modell leírása

A modell tevékenység-változói

$x_{ij}^{(t)}$ = az i -edik szektor üzemeltetése a t -edik periódus utolsó évében, a j -edik technológiával; valamint az üzemeltetéshez szükséges állóalap fenntartása a tervperiódus alatt. A változó tehát két tevékenység együttesét reprezentálja; egy termelési tevékenységet a záróévben és egy bruttó beruházási (fenntartási) tevékenységet a tervperiódus alatt. A változó mértékegysége: a záróévi termelés értéke forintban.

Az első periódusra, $t = 1$ -re csak $j = 1$ van értelmezve. Viszont a 2., 3. stb. tervperiódusra $j = 1, 2, 3$. A többi tervperiódusban ugyanis lehetséges fenntartással változatlan szinten tartani és tovább üzemeltetni olyan rekonstruált vagy teljesen új állóalapot is, amelyek rekonstrukciója vagy újonnan való létesítése a korábbi tervperiódusokban ment végbe.

$y_{ij}^{(t)}$ = az i -edik szektor üzemeltetése a t -edik tervperiódus záróévében, a j -edik technológiával; valamint az üzemeltetéshez szükséges állóalap beruházással való megteremtése a tervperiódus alatt. A változó itt is két tevékenységet reprezentál, egy termelési tevékenységet a záróévben és egy bruttó beruházási tevékenységet a tervperiódus alatt. A változó mértékegysége: a záróévi termelés értéke forintban.

Ez a változó minden tervperiódusra csupán $j = 2, 3$ -ra van értelmezve.

A változó tartalmának definíciójából következik, hogy a csupán fenn-tartást igénylő 1. technológiára nem értelmezhető.

Az x és y típusú változók közti kapcsolat akkor válik majd teljesen világossá, amikor a modell intertemporális kapcsolatait, a periódusok összekapcsolását írjuk le.

Összefoglalva talán csak annyit jegyziünk itt meg, hogy az x típusú változó (bármely technikát reprezentálja is) a bruttó beruházási erőforrásokból *csak* fenntartási költséget, az y típusú (2.—3. technikára értelmezve) *csak* beruházási költséget igényelhet. Az x és y típusú változók az egyes tervperiódusokban az alábbiak szerint értelmezhetők:

Változó	Tervperiódus	
	$t = 1$	$t > 1$
x_1	×	×
x_2	0	×
x_3	0	×
y_1	0	0
y_2	×	×
y_3	×	×

× = van 0 = nincs

A feltételek leírásakor, a szummázások indexhatárainak megadásakor már nem fogunk külön utalni arra, hogy $x_{ij}^{(t)}$ és $y_{ij}^{(t)}$ mely t -kre és j -kre nincs értelmezve; ezt a fenti definíciók alapján ismertnek tekintjük.

$q_{ik}^{(t)}$ = az i -edik szektor termékével versenyző kompetitív import a t -edik periódus záróévében, a k -adik piacról. Mértékegység: rubel, illetve dollár.

$p_{ik}^{(t)}$ = az i -edik szektor termékének exportja a t -edik periódus záróévében, a k -adik piacra. Mértékegység: rubel, illetve dollár.

A modell indikátor-változói

Indikátor-változónak nevezzük a modellnek azon változóit, amelyek nem valamely ágazat termelési, beruházási vagy külkereskedelmi tevékenységét írják le, hanem a népgazdaság valamely aggregált, makro-mutatóját, indikátorát (pl. összes fogyasztás, összes felhalmozás) reprezentálják. A modellben elfoglalt helyét illetően ez esetleg valamely feltétel maradék-, illetve túlteljesítési változója is lehet.

$r_h^{(t)}$ = többletfogyasztás a t -edik periódus záróévében. Mértékegysége: forint. A modell korlátvektorában konstansként adjuk meg — a végső felhasználás egyik tételeként — a lakossági és közületi fogyasztás előírt minimumát. Az e fölötti többletet reprezentálja r , amelyeknek összetételére H számú alternatív struktúrát adunk meg; a h index ezen struktúrák sorszámára utal.

$z^{(t)}$ = többletfelhalmozás a t -edik tervperiódus alatt, a korlátvektorban előírt, alsó korlátként megszabott színvonal felett. Mértékegység: forint.

- $\sigma_k^{(t)}$ = a k -edik főpiac fizetési mérlegének többletegyenlege, a korlátvektorban előírt nem negatív kötelező egyenleg felett. Mértékegység: rubel, illetve dollár.
- $\omega^{(t)}$ = létszámartalék; munkaerőmegtakarítás a létszám felső korlátjához képest. Mértékegység: fő.

A modell korlátozó feltételei

A termékmérleg a záróévre

$$(5) \quad \sum_{j=1}^3 \bar{a}_{lj} x_{lj}^{(t)} + \bar{b}_{lj} y_{lj}^{(t)} - \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq l}}^n \sum_{j=1}^3 (a_{ij} x_{ij}^{(t)} + b_{ij} y_{ij}^{(t)}) + \\ + \sum_{k=1,2} (d_{lk} q_{lk}^{(t)} - e_{lk} p_{lk}^{(t)}) - \sum_{h=1}^H \delta_{lh} r_h^{(t)} - \mu_l z^{(t)} = D_l^{(t)} \\ l = 1, \dots, n$$

A fenti képletben szereplő a_{ij} és \bar{a}_{lj} , illetve b_{ij} és \bar{b}_{lj} együtthatók levezetése a következő:

A gépiparban és építőiparban³ ($l = 1, i \neq 1$), ($l = 2, i \neq 2$)

$$\begin{aligned} a_{ij} &= \gamma_1 \alpha_{ij} + g_{ij} & \bar{a}_{lj} &= 1 - \gamma_1 \alpha_{lj} - g_{lj} \\ b_{ij} &= \gamma_1 \beta_{ij} + g_{ij} & \bar{b}_{lj} &= 1 - \gamma_1 \beta_{lj} - g_{lj} \end{aligned}$$

A többi ágazatban ($l = 3, \dots, n, i \neq l$)

$$\begin{aligned} a_{ij} &= g_{ij} & \bar{a}_{lj} &= 1 - g_{lj} \\ b_{ij} &= g_{ij} & \bar{b}_{lj} &= 1 - g_{lj} \end{aligned}$$

ahol

- g_{ij} = az i -edik szektor input együtthatója az l -edik szektor termékéből a j -edik technológia alkalmazása esetén. Mértékegység: Ft/Ft.
- α_{ij} = az i -edik szektorban a záróévben a j -edik technológiával folytatott termelés egységére eső igény; mégpedig az egész tervperiódus alatt felmerült állóalap-fenntartási tevékenységhez szükséges kompetitív (hazai termelésből és kompetitív importból fedezhető) gépek iránti igény. Az α_{ij} együttható szerint egy évi outputhoz öt évi inputot rendel hozzá; a fenntartáshoz szükséges kompetitív gépszükségletet.
- β_{ij} = az i -edik szektorban a záróévben a j -edik technológiával folytatott termelés egységére eső igény; mégpedig az egész tervperiódus alatt felmerült állóalap-létesítési, beruházási tevékenységhez szükséges kompetitív gépek iránti igény. A β_{ij} együttható is, akárcsak α_{ij} egy évi outputhoz öt évi inputot rendel hozzá. A különbség az, hogy α a kizárólag fenntartást igénylő az állóalapokat *konzerváló* típusú üzemeltetési változókhoz tartozik, míg β a beruházást igénylő, az állóalapokat fejlesztő y típusú változók együtthatója.

³ A képletben csak a gépipari együtthatók levezetését adjuk meg.

γ_1 = a záróévbeli endogén bruttó beruházási gépigény részaránya a tervperiódus alatti endogén bruttó beruházási gépigényből. A $\gamma_{1,2}$ együtt-ható alkalmazása azon az egyszerűsítő feltevésen alapul, hogy a gépipar felfutásának ütemezése a tervperiódus alatt független a programtól és kívülről adva van. Számszerű nagyságát a gépipar (és hasonlóképpen az építőipar) tényleges felfutásának statisztikailag megfigyelhető szabályosságai alapján becsüljük meg.

A modell végeredményben a következő, józannak tűnő közgazdasági megfontoláson alapul: kapcsolat van a beruházási igények zömét kielégítő gépipar és építőipar záróévi potenciálja és a tervperiódus alatti összes beruházási tevékenység között. Ha az említett két ágazat a záróévig kellő színvonalat elér, akkor ez többé-kevésbé biztosítja az eddig felmerülő igények kielégítését is, feltéve, hogy sikerül a felfutás ütemezését megfelelően előrebecsülni.

d_{lk} = import devizaárfolyam az l -edik szektorban, a k -edik piacra: Ft/rubel, illetve Ft/dollár.

e_{lk} = export devizaárfolyam az l -edik szektorban, a k -edik piacra: Ft/rubel, illetve Ft/dollár.

δ_{lh} = az l -edik szektor hozzájárulási részaránya a h -edik struktúrájú többletfogyasztáshoz.

μ_l = az l -edik szektor hozzájárulási részaránya a többletfelhalmozáshoz.

D_l = az l -edik szektor kibocsátása iránti exogén igény, mértékegysége: Ft. Ez megfelel annak, amit az input-output analízisben végső felhasználásnak nevezünk, a következő eltérésekkel: nem tartalmazza a záróévben végrehajtott endogén bruttó beruházást, az exportot és a többlet-életszínvonalat biztosító személyi és közületi fogyasztást. Viszont tartalmazza a záróévben végrehajtott, exogén adatként kezelt bruttó beruházást. Ez utóbbi az 1. és a 2. szektor termékmérlegében kizárólag a gépipari, illetve építőipari termékek nem termelő bruttó beruházási célra történő kibocsátását foglalja magában, míg a többi szektor termékmérlegében az exogén bruttó beruházás magában foglalja a záróév minden bruttó beruházási célra történő kibocsátását.

A gépipari szektor termékmérlege tehát az (5) képlet alapján, bizonyos átrende-zéssel, az alábbiakat fejezi ki:

A gépipar összes kibocsátásának plusz a gépipari importnak együttesen fedeznie kell a termelő ágazatok folyó és beruházás jellegű gépipari eredetű ráfordításait, az exportot, a kötelezően előírt végső felhasználás, valamint a többletfogyasztás és/vagy a többletfelhalmozás gépszükségletét. A modellben ötévi beruházási kerettel számolunk, viszont az ötödik évi termelést programozzuk. A termékmérleg tehát csak az összes gépberuházás ötödik, záró évre jutó részét tartalmazza.

A bruttó beruházás korlátai

$$(6) \quad B^{(t)} \leq \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^3 (\eta_{ij} x_{ij}^{(t)} + \vartheta_{ij} y_{ij}^{(t)}) - z^{(t)} \leq B^{(t)},$$

ahol

η_{ij} = az i -edik szektorban j -edik technológiával folytatott záróévi termelés egységére eső összes fenntartásigény az egész tervperiódusban (Ft/Ft).
 δ_{ij} = az i -edik szektorban j -edik technológiával folytatott záróévi termelés egységére eső összes beruházásigény az egész tervperiódusban (Ft/Ft).

Az η és δ koefficiensek tartalma eszerint abban különbözik, hogy előbbieket azokhoz az x típusú változókhoz rendeljük hozzá, amelyek igénye már csak kizárólag az állóalap fenntartása az öt év alatt, míg utóbbiak a fejlesztő jellegű y típusú változókhoz tartoznak.

$B^{(t)}, \bar{B}^{(t)}$ = a tervperiódus alatti összes bruttó beruházás alsó, illetve felső korlátja. Mértékegység: Ft. Ezeket gazdaságpolitikai megfontolások alapján kívülről adott nagyságúaknak tekintjük.

A gépipar és az építőipar felfutási korlátja

$$(7) \quad \sum_{j=1}^3 (x_{ij}^{(t)} + y_{ij}^{(t)}) \leq F_i^{(t)} \quad i = 1, 2$$

ahol

$F_i^{(t)}$ = a gépipari, illetve építőipari termelés felső korlátja a t -edik periódusban. Mértékegység: Ft.

A (6) feltételek gazdaságpolitikai oldalról korlátozzák a felhalmozási tevékenységeket, míg itt a felhalmozás szempontjából döntő jelentőségű két ágazat technikai-szervezési lehetőségeinek figyelembevételét reprezentáljuk. Bármennyi pénz adnánk is a tervperiódus alatt ennek a két ágazatnak, bizonyos határnál feljebb semmiképpen nem emelhetnék a termelésüket.

Az $F_i^{(t)}$ felfutási korlátot a következőképpen határozhatjuk meg:

$$(8) \quad F_i^{(t)} = \varphi_i \sum_{j=1}^3 (x_{ij}^{(t-1)} + y_{ij}^{(t-1)}) \quad i = 1, 2$$

ahol φ_i a maximálisan elérhető felfutási arány.

Amennyiben az egyes periódusokat külön-külön, össze nem kapcsolt modellekkel számítjuk, úgy $F_i^{(t)}$ nagyságát a modellen kívül számítjuk ki, a (8) formula alapján, a $(t - 1)$ -edik periódusra kapott program alapján.

Amennyiben a periódusokat összekapcsoljuk, s a négy modellt egy modellel egyesítjük, úgy a (8) formulát behelyettesítjük (7)-be. Ez esetben csupán az 1. periódusra kell exogén módon rögzíteni az $F_i^{(t)}$ felfutási korlátok nagyságát.

Szektoronkénti külkereskedelmi korlátok

$$(9) \quad \begin{aligned} P_{ik}^{(t)} &\leq P_{ik}^{(t)} & i = 1, \dots, n; \\ Q_{ik}^{(t)} &\leq Q_{ik}^{(t)} & k = 1, 2 \end{aligned}$$

ahol $P_{ik}^{(t)}$ és $Q_{ik}^{(t)}$ az export és az import piaci felső korlátai.

Fizetési mérlegek

$$(10) \quad \sum_{i=1}^n (p_{ik}^{(t)} - q_{ik}^{(t)}) - \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^3 s_{kij}(x_{ij}^{(t)} + y_{ij}^{(t)}) - \sum_{h=1}^H q_{kh} r_h^{(t)} - \sigma_k^{(t)} \geq S_k^{(t)} \quad k=1,2$$

ahol

s_{kij} = a termelés nem-kompetitív importanyag ráfordítási együtthatója. Azonos s_{kij} koeficiens tartozik az x_{ij} és y_{ij} változókhoz. Feltételezzük ugyanis, hogy a kompetitív koeficiensekhez hasonlóan (g_{ij}), a t -edik periódusban üzembehelyezett kapacitáson folyó termelés nem kompetitív koeficiensei a $(t + 1)$ periódusban is azonosak maradnak. Ugyanez a feltételezés vonatkozik a (11), (12) és (13) képlet koeficienseire is.

q_{kh} = a h -adik struktúrájú többlet-életszínvonal nem-kompetitív importanyagköltség együtthatója.

Közgazdasági tartalma: a h -adik struktúrájú többlet-életszínvonal indikátor változójának exogén nem-kompetitív importanyagköltségének együtthatója, a k -adik piacon. Ezek tehát azok a többletfogyasztáshoz szükséges import anyagköltségek, amelyek nem mennek keresztül az exogén változókkal modellezett termelő szféra változóiin. (Pl. déli-gyümölcs, személygépkocsi.)

Létszámkorlátok

$$(11) \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^3 \lambda_{ij}(x_{ij}^{(t)} + y_{ij}^{(t)}) + \omega^{(t)} = L^{(t)}$$

$$(12) \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^3 \bar{\lambda}_{ij}(x_{ij}^{(t)} + y_{ij}^{(t)}) \leq \bar{L}^{(t)}$$

ahol

λ_{ij} = a létszámkoeficiensek. Mértékegység: fő/Ft.

$L^{(t)}$ = a létszámkorlát. Mértékegység: fő.

$\bar{\lambda}_{ij}$ = a férfiletszám-koeficiensek. Fő/Ft.

$\bar{L}^{(t)}$ = a férfiletszám-korlát. Fő.

Bérek és jövedelmek korlátai

$$(13) \quad \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^3 \varepsilon_{ij}(x_{ij}^{(t)} + y_{ij}^{(t)}) - \sum_{h=1}^H r_h^{(t)} \geq E^{(t)}$$

ahol

ε_{ij} = a termelési változók bérkoeficiensei.

$E^{(t)}$ = a termelésben keletkezett bérek és jövedelmek alsó határa. Ez gazdaságpolitikailag előírt nagyság. A program kioszthat ennél több jövedelmet, ha az r változókkal megteremti az ehhez szükséges többlet-áruálapot.

Kapacitáskorlátok

Mielőtt a kapacitáskorlátokat megfogalmazzuk, vezessük be a következő jelöléseket:

$K_{i1}^{(1)}$ = a változatlanul konzervált induló állóeszközállomány kapacitáskorlátja, az 1. periódus záróévében.

$K_{i2}^{(1)}$ = az induló állóeszközállományon végrehajtott rekonstrukció nyomán kialakult új kapacitáskorlát az 1. periódus záróévében.

$K_{i2}^{(1)}$ nagyobb $K_{i1}^{(1)}$ -nél vagy egyenlő vele aszerint, hogy a rekonstrukció output-volumen bővítést tesz-e lehetővé vagy nem.

A két kapacitáskorlát hányadosaként a következő koefficiens képezzük:

$$\zeta_{i2}^{(1)} = \frac{K_{i1}^{(1)}}{K_{i2}^{(1)}} = \text{kapacitás változási koefficiens.}$$

E koefficiens felhasználásával fogalmazzuk meg az alábbi feltételt:

$$(14) \quad x_{i1}^{(t)} + \zeta_{i2}^{(1)} y_{i2}^{(t)} \leq x_{i1}^{(t-1)} \quad i = 1, \dots, n$$

$$(15) \quad x_{i2}^{(t)} \leq x_{i2}^{(t-1)} + y_{i2}^{(t-1)} \quad t = 2, \dots, T$$

$$(16) \quad x_{i3}^{(t)} \leq x_{i3}^{(t-1)} + y_{i3}^{(t-1)}$$

Ha csak egy periódusra számolunk, azaz a modelleket nem egyesítettük, s ez az egy periódus történetesen éppen az első, úgy a (15) és (16) feltétel elesik. Ez esetben a (14) feltétel elegendő a kapacitások korlátozására.

Ha csak egy periódusra számolunk, s ez a második vagy annál későbbi periódus, akkor a (15), illetve (16) feltétel jobb oldalán szereplő tagok nem változók, hanem *konstansok* — értéküket az előző periódusokra végzett programozások eredményeiből vesszük át.

Több periódus együttes számítása esetén a (15)–(16) feltétel az itt megadott formában szerepel.

A fentiek azt a feltételezést tartalmazzák, hogy — a tervezett — 15–20 éves periódusban üzembehelyezett kapacitások ugyanezen időszakban nem igényelnek rekonstrukciót. A rekonstrukciós jellegű bérházást tehát csak a terv-időszak előtt létrehozott kapacitásokra értelmezzük.

A korlátozó feltételi rendszer áttekintésének befejezéséül szeretnénk visszatérni a periódusok összekapcsolásának problémáira. A modellben, annak jelenlegi, első változatában, kétféle intertemporális feltétel szerepel: a (7)–(8) felvételi korlátok és a (14)–(16) kapacitáskorlátok. Mindkét feltételesoport ismertetésénél két variánst fejtettünk ki: mi a teendő akkor, ha a négy periódus modelljét nem egyesítjük, s mi a teendő akkor, ha egyesítjük őket. Első esetben az intertemporális összefüggéseket „kívülről” számítjuk ki, a második esetben beépítjük az egyesített modellbe.

A 6. oldalon közölt sémán sűrűn vonalkázott blokkok jelölik az intertemporális feltételek helyét. Itt szereplnének tehát — egyesítés esetén — a (7)–(8) és (14)–(15)–(16) feltételek.

A modell továbbfejlesztésének eredményeképpen, későbbi, továbbfejlesztett változataiban valószínűleg sor kerül az intertemporális feltételek kibővítésére.

Célfüggvények

A következő alternatív „tisztá” célfüggvények alkalmazására kerülhet sor:

1. maximáljuk $z^{(t)}$ -t, a többlet felhalmozást;
2. maximáljuk valamely meghatározott h_0 -adik struktúrájú $r_{h_0}^{(t)}$ többletfogyasztási változót. Vagy pedig maximáljuk valamennyi alternatív struktúrájú többletfogyasztási változó súlyozott közepét:

$$(18) \quad \sum_{h=1}^H \pi_h r_h^{(t)} \rightarrow \max!$$

ahol

π_h az egyes alternatív struktúrák preferencia súlya;

3. maximáljuk a két fizetési mérleg valamelyikének a kötelező szint feletti többlet-egyenlegét, $\sigma_k^{(t)}$ -t;
4. maximáljuk a létszámtartalékot, $\omega^{(t)}$ -t. Ez gyakorlatilag nem a munkanélküliség maximálását jelentené, mert a munkaerő-megtakarítás realizálható munkaidő-csökkentésben, a nyugdíjkorhatár leszállításában stb.

Amennyiben teljes foglalkoztatottságot akarunk biztosítani a munkaidő és nyugdíjkorhatár fenntartása mellett, úgy az $\omega^{(t)}$ változót kiiktatjuk a modelltől, vagyis előírjuk a globális létszámkorlát egyenlőségre való teljesítését.

Természetesen paraméteres programozások keretében mód lesz e „tisztá” célfüggvények kombinálására is.

A kutatás állása

A többperiódusos B_2 modell tényleges felhasználásában körülbelül a munka közepén tartunk. A modell elméleti előkészítését, szimbolikus formában való felírását elvégeztük.

A számításokat két szakaszban kívánjuk végrehajtani. Előreláthatólag mindkét szakaszban 1971–85-ös időszakra, vagyis három öt éves periódusra számolunk.

Az első szakaszban próbaszámításokat végzünk egy 20 szektoros modellel. Ebben a részletezettségben ugyanis rendelkezésünkre áll az első 1971–75. évekre vonatkozó technológiai együtttható matrix. Minthogy a modell technológiai matrixában a többi két blokk is jórészt az első megismétlését jelenti, a próbaszámításokhoz rendelkezünk az adatok nagy részével. Hátra van még azonban azoknak az együttthatóknak a meghatározása, amelyek a 2. és 3. blokkban eltérnek az 1. blokkbelitől, továbbá a korlátvektorok számszerűsítése. Amint ezt elvégeztük, hozzákezdünk a számításokhoz. A modell 20 szektor és három periódus esetén, az intertemporális feltételeket is figyelembe véve, kb. 450–500 feltételt és 550–600 tevékenységváltozót tartalmaz. Terveink szerint az első próbaszámítások 1970 első felében készülnek el.

A második szakaszban (előreláthatólag 1970 második felében) végzendő számítások a hosszútávú tervezési bizottságok adataira épülnek.

Az állami szervek, intézmények és az ágazati szakértő bizottságok kidolgozzák a társadalmi-gazdasági fejlődés és a technikai fejlesztés egyes területeire vonatkozó alternatív feltevések, becslések egész sorát.

A metamatikai modellek nyelvére is „lefordítható”, számszerűsített szakértői becslések szolgáltatják azt a számanyagot, amely kifejezi az ágazati fejlesztések irányát, a fejlesztés ágazati variációs lehetőségeit. Ezeket azután a központi modell népgazdasági szinten ütközteti és összehangolja.

Természetesen, amint azt már a bevezető is hangsúlyozta, egyetlen összevont, többperiódusos modell nem oldhatja meg a hosszútávú tervezés minden kérdését. Van azonban néhány közgazdasági összefüggés, amely jól elemezhető a modell segítségével:

Melyek a fogyasztás és felhalmozás arányának jellegzetes időbeli pályái?

Milyen legyen a beruházások ágazatközi megoszlása; mely ágazatokat fejlesztjük gyorsabban és melyeket lassabban?

Milyen mértékű legyen a technikai fejlődés a különböző ágazatokban; milyen legyen az új és régi technika aránya?

Hogyan illeszkedjék be országunk a nemzetközi munkamegosztásba; milyen ágazatokban törekedjünk számottevő exportkapacitások létrehozására?

A lakossági fogyasztás, az életszínvonal-emelés különböző alternatív struktúráihoz és növekedési ütemeihez milyen termelési szerkezet, beruházási és felhalmozási politika tartozik.

Azt reméljük, hogy a többperiódusos, többtechnológiás, aggregált programozási modellel elvégzendő számítás-sorozat hasznos támpontokat ad majd a hosszútávú tervezéshez.

(Beérkezett: 1969. XI. 15.)

IRODALOM

- [1] AUGUSTINOVICS, M.: A hosszútávú tervezés módszertanához; Közgazdasági Szemle, 1969. 10. sz. 1153—1167. p.
- [2] AUGUSTINOVICS, M.: A hosszútávú tervezés kvantifikálásáról; Közgazdasági Szemle, 1969. 11. sz. 1269—1281. p.
- [3] BRÓDY, A.: Érték és újratermelés. Budapest, 1969. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, 357. p.
- [4] BOD, P.: A népgazdaság hosszútávú (15—20 éves) tervezésének egy lehetséges matematikai modelljéről; Szigma, 1969. 11. évf. 1. szám. 59. p.
- [5] CSAPÓ, L.: Népgazdasági tervezés és központi irányítás szabályozott piaci modellben; Közgazdasági Szemle, 1967. 9. sz. 1020—1034. p.
- [6] DANTZIG, G. B.—WOLFE, P.: The decomposition algorithm for linear programs. *Econometrica*, 1959. 767—778. p.
- [7] FRISS, I.: Gondolatok népgazdaságunk hosszútávú tervezéséről; Társadalmi Szemle, 1969. 9. 16—28. p.
- [8] HETÉNYI, I.: A népgazdasági tervek nemzetközi összehangolása és a távlati tervezés; Közgazdasági Szemle, 1968. 1. sz. 10—20. p.
- [9] KORNAI, J.: A többszintű népgazdasági programozás modellje; Közgazdasági Szemle, 1969. 1. sz. 54—69. p.
- [10] KORNAI, J.: A többszintű népgazdasági programozás alkalmazásáról; Közgazdasági Szemle, 1969. 2. sz. 173—191. p.
- [11] KORNAI, J.—LIPTÁK, T.: Kétszintű tervezés: játékelméleti modell és iteratív számítási eljárás népgazdasági távlati tervezési feladatok megoldására. A Magyar Tudományos Akadémia Matematikai Kutató Intézetének Közleményei, 1962. 4. sz. 577—621. p.
- [12] KORNAI, J.—UJLAKI, L.-né: Összevont programozási modell alkalmazása az ötéves tervezésben; Közgazdasági Szemle, 1967. 5. sz., 552—565. p.
- [13] UJLAKI, L.-né: Összevont programozási modell alkalmazása a IV. ötéves tervek koncepció kialakításában; Közgazdasági Szemle, 1969. 9. sz., 1033—1047. p.

A LONG-TERM MULTIPERIOD AGGREGATE PROGRAMMING MODEL

One of the most important purposes of long-term (15—20 years) planning is to provide a better foundation for the medium-term planning decisions.

This is the first time we experiment with the application of mathematical models in long-term planning. Most likely it is not a single model but a whole family of models which may yield answers to the intricate problems of long-term planning.

The model under discussion (B_2) is an improved variant of the model B_1 which was a single-period economy-wide planning model applied in five-year planning. The new model comprises several periods, five years each. The model of a single period is viable in itself. They can, however, be combined and e.g. a 20 year period can be calculated by a single large-scale model.

In model B_2 several techniques belong to each industry which differ either in the technology adopted or in the use of the fixed assets inherited from earlier periods. The model does not require a full investment matrix, but picks out the real investments stemming from the machine engineering industry and from the construction and only these are handled endogenously.

The periods are connected by intertemporal conditions.

Besides describing the model, the paper also gives ideas how to collect the data, what kind of problems may arise in the real calculations and what are the results to be expected.

ОБЪЕДИНЕННАЯ МНОГОПЕРИОДНАЯ МОДЕЛЬ ДОЛГОСРОЧНОГО ПЕРСПЕКТИВНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В Венгрии, не считая нескольких произведенных ранее экспериментов, долгосрочное планирование (на 15—20 лет) было начато в последние два года. Важнейшая задача этой работы — обоснование решений, принимаемых в рамках среднесрочного планирования, при обеспечении соответствующего горизонта времени.

Применение математических моделей в долгосрочном перспективном планировании экспериментировалось у нас впервые. При этом предполагалось, что на сложные и многообразные вопросы долгосрочного планирования можно дать ответы посредством применения целой сети моделей, а не одной единственной модели.

Представленная в статье модель B_2 является усовершенствованным вариантом модели народнохозяйственного программирования, (так называемой модели B_1), уже нашедшей применение при пятилетнем планировании и охватывающей только один плановый период. Этой моделью охватывается несколько периодов, каждый по пять лет. Модели отдельных плановых периодов жизнеспособны и сами по себе. В то же время они могут быть объединены, в случае чего на единственной укрупненной модели могут быть произведены расчеты по двадцатилетнему периоду.

В модели B_2 к отдельным отраслям относятся различные технологии, отличающиеся друг от друга частью по своим техническим решениям, частью же в отношении использования основных фондов предыдущих периодов. Модель не требует употребления полной матрицы капиталовложений, а эндогенным образом учитывает лишь капиталовложения, происходящие из строительства и машиностроения.

Периоды связываются между собой посредством интертемпоральных условий.

В статье кроме описания модели даются соображения относительно базы данных; возможные проблемы, связанные с конкретными расчетами, и ожидаемые от них результаты.