

KORNAI JÁNOS:

A műszaki fejlesztés és a beruházások gazdaságosságának számítása

A pamutiparban végrehajtott kísérleti programozás tapasztalatai

A magyar pamutipar szövőgép-parkja és a kapcsolódó szövőelőkészítő üzemek gépállománya túlnyomórészt régi, korszerűtlen berendezésekből áll. A II. ötéves terv irányelvei előírják a pamutszövődék nagyarányú korszerűsítésének megkezdését. A tervek jelentős beruházási összegeket irányoznak elő erre a célra. Rendkívül fontos, hogy ezeket az összegeket a legésszerűbben használjuk fel. Ezért a Könnyűipari Minisztérium megbízásából kutatást folytatunk, amelynek feladata: *matematikai módszerek igénybevételével meghatározni a pamutszövő ipar optimális beruházási programját a II. ötéves terv időszakára.*

A kutatómunka első szakaszában megszerkesztettük azt a matematikai modellt, amelynek segítségével a számításokat elvégezzük. Az iparági program meghatározása széleskörű adatgyűjtést és nagyszabású numerikus számítást tesz majd szükségessé. Célszerűnek láttuk, hogy — mielőtt ehhez a nagy munkához hozzáfognánk — előbb szűkebb területen, egyetlen üzem, a Golberger-gyári szövőde méreteiben végezzünk kísérleti számítást. A kísérleti programozással ellenőrizni kívántuk módszerünket a gyakorlatban. Olyan tapasztalatok szerzésére szántuk, amelyek megkönnyítik majd az egész iparágra vonatkozó program kidolgozását.

A kísérleti programozással 1960 januárjában elkészültünk, s tapasztalatainkat hosszabb tanulmányban foglaltuk össze.* E rövid cikkben csupán arra szorítkozunk, hogy megismertessük számítási módszerünk lényegét, s beszámoljunk a kísérleti programozás néhány fontosabb első tanulságáról.

A géppark kialakításának alternatívái

A Goldberger gyár szövődéjében 1580 szövőgép működik. Közülük 120 speciális rendeltetésű gép, amelyet a kísérleti számításban figyelmen kívül hagytunk. A többi 1460 mechanikai (nem-automata) szövőgépet némi egyszerűsítéssel (kisebb szélesség-különbségek elhanyagolása stb.) műszaki szempontból egyformának tekintettük. A továbbiakban ezt nevezzük az üzem régi gépparkjának.

* „A pamutszövőipar optimális beruházási programjának meghatározása. Első beszámoló: A Goldberger-gyári kísérleti programozás tapasztalatai.” Készítette Kornai János; dr. Pécsi János és Marcsányi Zoltán közreműködésével. (Sokszorozotva.)

Számításainkkal a következő kérdésekre kerestük a feleletet:

1. Hányat működtessünk tovább változatlan formában a régi géppark gépei közül?
2. Hány régi gépet szereljünk le?
3. Hány régi gépen hajtsunk végre korszerűsítést?
4. Hány és milyen típusú új gépet szerezzünk be?
5. Milyen karbantartási-nagyjavítási rendszer, működési szisztéma szerint dolgozzanak a gépek?*

Tulajdonképpen igen sok alternatíva áll előttünk. Számukat azonban célszerű csökkenteni. Ezzel kapcsolatban bevezettük a gépcsoport fogalmát. Gépcsoportnak neveztük el az olyan gépek összességét, amelyek a) képesek egy meghatározott termék vagy termékcsoporthoz (jelen esetben: a sima nyers pamutszövet) előállítására; b) műszaki jellemzőik szempontjából azonosak (vagy legalábbis csaknem azonosak); és c) egyforma karbantartási-nagyjavítási rendszer, egyforma „működési szisztéma” szerint dolgoznak. A definíció tüstént világosabb lesz, ha felsoroljuk, milyen gépcsoportokat vettünk figyelembe a Goldberger-gyári számításnál.

1. *gépcsoport.* Ez a régi géppark gépeiből áll. A gépek — az eddigi gyakorlatot folytatva — 4 éves nagyjavítási ciklusidővel működnek. Ez a gépcsoport jelenti tehát a jelenlegi technika és a jelenlegi működési szisztéma konzerválását.

2. *gépcsoport.* Ez is a régi géppark gépeiből áll — csak hogy ezek nem 4, hanem 6 éves nagyjavítási ciklusidővel működnek. A ciklusidő elnyújtása természetesen módosítja a gép teljesítőképességét, valamint üzemeltetési és nagyjavítási költségeit. Egyébként ez az egyedüli gépcsoport, amelynél a jelenlegitől eltérő ciklusidőt tételeztünk fel. Kifejezetten azért iktattuk be számításunkba, hogy tanulmányozhassuk: hogyan hat a beruházási programra a működési szisztéma esetleges megváltozása, a nagyjavítási ciklusidő elnyújtása.**

3. *gépcsoport.* Úgynevezett „ráépített automatával” korszerűsített régi gépek csoportja. Ez is a régi géppark gépeiből áll, amelyeket azonban jelentős összegű beruházással automatikus szövőgépekké alakítottak át.

4. *gépcsoport.* Az új mechanikai gépek csoportja. Ezek mind műszaki adottságok, mind működési szisztéma tekintetében azonosak az 1. gépcsoport gépeivel. A különbség: az 1. gépcsoport a régi géppark gépeiből áll, míg a 4. gépcsoport gépeit csak a tervidőszak alatt vesszük meg és szereljük fel. A 4. gépcsoport beiktatásával azt akartuk tanulmányozni: vannak-e olyan feltételek, amelyek mellett célszerű aránylag korszerűtlen — viszont olcsó — nem-automata gépekkel bővíteni a gépparkot.

* Ha egy szövőgépen 4 évenként hajtanak végre nagyjavítást, úgy — megfelelő kis- és középjavításokkal — biztosítható, hogy a gép teljesítőképessége és üzemeltetési költsége (állandó leterhelés esetén) állandó maradjon. Ez a gép egyik lehetséges „működési szisztémája” — de nem az egyedüli. Elképzelhető például, hogy a gépen csak 6 évenként hajtunk végre nagyjavítást, vállalva, hogy a nagyjavítási ciklusidő vége felé némileg romlik a gép teljesítőképessége, s nőnek a karbantartási költségek. Ez egy másik lehetséges szisztéma. Kidolgozhatók más variánsok is. A gép működési szisztémája tehát a gép karbantartásának és nagyjavításának meghatározott rendszere, amely — bizonyos fokig — determinálja a gép teljesítőképességét és üzemeltetési költségeit.

** Más hasonló modellbe beiktathatunk több olyan gépcsoportot is, amely a jelenlegitől eltérő ciklusidővel, eltérő működési szisztémával dolgozik, hogy sokrétűbbé váljék az összehasonlítás.

5., 6. és 7. gépcsoport. Mindegyikhez egy-egy automata-típus tartozik; valamennyit a tervidőszak alatt kell beszerezni. Az 5. gépcsoport gépei aránylag kevésbé termelékenyek — viszont a legolcsóbbak. A 7. gépcsoport: a legtermelékenyebb és legdrágább automaták. A 6. gépcsoport termelékenysége és ár szempontjából az előbbi két gépfajta között helyezkedik el. (Felesleges lenne a gép-márkák részletezésével terhelni a textiliparban nem járatos olvasót.)

Összefoglalva: az 1., 2. és 3. gépcsoport a régi géppark továbbelő gépeiből áll, a 4., 5., 6. és 7. gépcsoport pedig a tervidőszakban beszerzendő új gépekből.

A tervidőszak első napján, 1961. január 1-én az 1. gépcsoport 1460 gépből áll; a többi gépcsoport létszáma nulla. *Programozásunkkal arra akarunk választ adni: hány gépből álljon egy-egy gépcsoport az utolsó tervévben.* A továbbiakban a gépcsoportokhoz 1965. január 1-én tartozó gépek számát nevezzük a gépcsoport állományának. Az i -edik gépcsoport állományát x_i -vel jelöljük ($i = 1, 2, \dots, 7$).

A gépprogram: az x_i értékek rendszere, amelyet a következőképpen jelölünk: (x_1, x_2, \dots, x_7) . Ez az értékrendszer, vagyis a gépcsoportok állománya jelenti programozásunk *akcióparaméterét*; azt a paramétert, amelyet (bizonyos korlátok között) a programról döntő szerv határoz meg.

A program feltételei

Annak a gépprogramnak, amelyet meghatározunk, ki kell elégítenie néhány előre megszabott feltételt.

Először. A gépcsoport-állomány, x_i lehet pozitív szám (pl. legyen 500 legtermelékenyebb automata az 1965. évi gépparkban), vagy lehet nulla (pl. ráépített automatával korszerűsített régi gép ne legyen a gépparkban), de természetesen negatív szám nem lehet. Matematikai formában ezt a feltételt a következőképpen fejezzük ki:

$$(1) \quad x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, 7).$$

Másodszor. Láttuk, hogy az 1., 2. és 3. gépcsoport — noha egyben-másban különbözik egymástól — egyaránt a régi géppark 1460 gépének valamilyen formában való továbbműködtetését jelenti. Ezért ki kell mondani a következő feltételt:

$$(2) \quad x_1 + x_2 + x_3 \leq 1460.$$

Szavakkal: a régi géppark gépeiből álló gépcsoportok állományának összege nem lehet nagyobb a régi gépparknál.

(Közbevetőleg megjegyezzük: ebből levezethető a *leszerelendő* régi gépek száma. Jelöljük ezt x_0 -val.)

$$(3) \quad x_0 = 1460 - (x_1 + x_2 + x_3).$$

Vagyis azokat a gépeket kell leszerelni, amelyeket a gépprogram az 1., 2. és 3. gépcsoport egyikébe *sem* sorol be.

Harmadszor. A felsőbb szerv előírja a szövöde 1965-ben, a tervidőszak utolsó évében teljesítendő *termelési tervét*.

Jelöljük q_i -ivel az i -edik gépcsoport egy gépének évi teljesítő képességét, a gép normális kihasználása és a termelés adott cikk szerinti

összetétele esetén.* Jelöljük továbbá Q -val az előírt termelési tervet. (Mindkettőt azonos műszaki mértékegységgel: vetésszámmal mérjük.) Feltesszük, hogy nem fűződik különösebb népgazdasági érdek a termelési terv túlteljesítéséhez. A gépprogramnak eszerint ki kell elégítenie a következő feltételt:

$$(4) \quad \sum_{i=1}^7 q_i x_i = Q \quad \begin{array}{l} q_i > 0 \\ Q > 0 \end{array} \quad (i = 1, 2, \dots, 7).$$

Szavakkal: 1965-ben a szövődében működő gépek együttes teljesítőképessége legyen egyenlő a termelési tervvel.

Negyedszer. A felső szerv meghatározott nagyságú bruttó beruházási keretet bocsát a szövöde rendelkezésére az 1961—1964. éves időszakra. Jelöljük ezt B -vel. Ebből kell fedezni:

1. a gépek nagyjavítását,
2. a régi gépek korszerűsítését,
3. az új gépek beszerzését és felszerelését.

Azért nevezzük *bruttó* beruházási keretnek, mert ez együttes forrása — a szokásos kifejezésmóddal — a „felújításoknak”, a „szinttartó beruházásoknak” és a „fejlesztő beruházásoknak” egyaránt. (A kísérleti modellben általában csak a *gépekkel* kapcsolatos bruttó beruházással foglalkoztunk, az építés költségeivel nem. Az iparági programozásnál ezzel is számolunk majd.)

Megállapítható minden gépcsoport egy gépével kapcsolatos bruttó beruházási költség, amelyet b_i -vel jelölünk. Az 1. és 2. gépcsoportnál ez kizárólag nagyjavítási költség, a 4.—7. gépcsoportoknál az új gép beszerzésének és felszerelésének költsége, a 3. gépcsoportnál pedig a régi gép nagyjavításának, továbbá a korszerűsítéshez szükséges kiegészítő berendezés beszerzésének és felszerelésének együttes költsége. A gépprogramnak ki kell elégítenie a következő feltételt:

$$(5) \quad \sum_{i=1}^7 b_i x_i \leq B \quad \begin{array}{l} b_i > 0 \\ B > 0. \end{array} \quad (i = 1, 2, \dots, 7)$$

Szavakkal: 1961—1964-ben a gépeknél felmerülő összes bruttó beruházási költség nem lehet nagyobb a bruttó beruházási keretnél.

Ötödször. A program alapján kialakítandó gépparknak el kell férnie a megadott üzemterületen. Egyelőre nyitvahagyjuk azt a kérdést, hogy ez az üzemterület azonos-e a jelenlegi, ténylegesen rendelkezésre álló szövödei üzemterülettel, vagy új, építéssel megnövelt üzemterületről van-e szó. Számunkra most csupán az a fontos, hogy ez a programozáskor már adott nagyság. Az üzemterületet jelöljük L -lel. Ugyancsak ismert a gépcsoportok egy-egy gépének helyigénye, l_i is. A gépprogramnak ki kell elégítenie a következő feltételt:

$$(6) \quad \sum_{i=1}^7 l_i x_i \leq L \quad \begin{array}{l} l_i > 0 \\ L > 0. \end{array} \quad (i = 1, 2, \dots, 7)$$

Szavakkal: a gépek helyigénye nem lehet nagyobb a rendelkezésre álló üzemterületnél.

Csak azokat a programokat tekintjük *lehetőséges* programnak, amelyek a felsorolt öt feltételnek eleget esznek.

* A pamutzövödékben biztosított a gépek teljes kihasználása.

Az optimális programok

Leheteséges program igen sokféle van. A feladat: megkeresni közülük az *optimálisat*. Modellünkben azt a gépprogramot tekintjük optimálisnak, amely — a megadott feltételek kielégítése mellett — *minimalizálja a géppark fejlesztésével és üzemeltetésével kapcsolatos költségeket*.

A szövöde folyamatos termelése és továbbfejlesztése sokfajta költséggel jár együtt. Nekünk csupán azokat kellett figyelembe vennünk, amelyek nagysága függ a géppark összetételétől és működési szisztémájától. Minden egyéb költséget figyelmen kívül hagyhattunk. *A gépektől függő költségeknek* tekintettük a következőket:

1. Az új gép beszerzési ára; 2. Felszerelési (illetve átalakítási) költség; 3. Nagyjavítási költség; 4. Szövőbér, járulékokkal és közterhekkkel; 5. A tártöltők és a lakatosok bére, járulékokkal és közterhekkkel. E közvetett munkakörök létszáma függ leginkább a géppark összetételétől; 6. Energiaköltség; 7. Segédanyag-költség; 8. Karbantartási anyagköltség; 9. A kereszt-csévélés és vetülék-csévélés költsége. Ezeket az előkészítő műveleteket csupán egyes automatagép-típusok (3., 5. és 6. gépcsoport) beállítása esetén szükséges a teljes vetülék-fonal mennyiségnél elvégezni; 10. A fonalminőség javításához szükséges anyagköltség-többlet. Az automatagépek ugyanis csak jobb minőségű fonallal képesek a kívánt teljesítőképességet elérni.

Láthatjuk, hogy pl. az anyagköltségek nagy részét nem tekintettük géptől függő költségnek. (Az iparági programozásnál még némileg tovább bővítjük a számításba bevont költségek körét.)

A felsorolt tízféle költség elem számszerű nagysága gépcsoportonként eltérő. Feltételeztük azonban, hogy egy gépcsoporton *belül* (egyébként változatlan körülmények mellett) egy-egy ilyen költségelem összege a gépcsoport állományával *arányosan* változik. Tehát pl. az 1. gépcsoportéhoz tartozó 10 régi gép áramköltsége éppen tízszer annyi, mint 1 régi gépé; 1000 darab legfejlettebb automata működéséhez szükséges szövőbérköltség százszor annyi, mint 10 ugyanolyan géphez stb. Ez a feltételezés (amely egyébként csak csekély, elhanyagolható egyszerűsítést tartalmaz a valósághoz képest) nagy jelentőségű modellünk szempontjából. Ez az alapja annak, hogy a költségfüggvény, amelynek minimalizálására törekszünk, *lineáris* jellegű legyen.

A költségelemek különböznek egymástól felmerülésük *időpontja* szerint:

— — Az új gép beszerzésére, felszerelésére *egyszer* kerül sor (nevezzük az ilyen ráfordításokat a továbbiakban *iniciális beruházási költségeknek*).

— — A nagyjavítás *időközönként ismétlődő* költséget okoz.

— — A 4.—10. pontok alatt felsorolt *üzemeltetési költségek folyamatosan* merülnek fel.

Problémát okoz e háromféle — a felmerülés időpontjában egymástól eltérő — költség egyesítése. Erre a célra többféle számítási technika kínálkozik. Az egyik számítási módszer — s egyelőre csak erről szólnunk — analóg azzal, amit az Országos Tervhivatal által hivatalosan előírt beruházásgazdaságossági mutatónál alkalmaznak. Nevezzük az *i*-edik

gépcsoport egy gépére jellemző évi működési költségek és jelöljük c_i -vel a következő költségösszeget:

$$(7) \quad c_i = p_i + f_i \cdot 0,2 + \frac{g_i}{T_i} \quad (i = 1, 2, \dots, 7),$$

ahol p_i = az i -edik gépcsoport egy gépének évi üzemeltetési költsége;
 f_i = az i -edik gépcsoport egy gépével kapcsolatos iniciális beruházási költség (ha van ilyen). Az ehhez tartozó 0,2-es együttható az OT-mutatóban alkalmazott „eszközlekötési” együttható („egyszerű kamatláb”);
 g_i = az i -edik gépcsoport egy gépének egyszeri nagyjavítási költsége;
 T_i = az i -edik gépcsoportra jellemző ciklusidő.

Mármost a gépprogramot úgy kell meghatározni, hogy a szövetde összes gépköltsége, C minimális legyen:

$$(8) \quad C = C(x_1, x_2, \dots, x_7) = \sum_{i=1}^7 c_i x_i = \text{minimum!} \quad \begin{matrix} c_i > 0 \\ (i = 1, 2, \dots, 7) \end{matrix}$$

Ez programozásunk célfüggvénye.

Most már előttünk van a programozás egész modellje. Olyan *lineáris programozási feladattal* állunk szemben, amelynek 7 változója és 4 feltételi egyenlete van (a változók nem-negatív természetét kimondó feltételen kívül). A számítást a szakirodalomból ismeretes, úgynevezett *simplex eljárással* hajtottuk végre.

Hogy kísérleti számításaink tanulságosabbak legyenek, a programozást összesen *16 változatban* végeztük el. Valamennyi változatnál azonos a modell *általános szerkezete*. Meg akartuk azonban tudni: mennyiben módosul a program, ha kisebb vagy nagyobb termelési tervet, beruházási keretet, üzemterületet szabunk meg, s ha különféleképpen határozzuk meg a célfüggvényt. A következő paraméterek szerepelnek a különböző feladat-változatokban eltérő nagysággal (felesleges lenne kitérni e paraméterek számszerű nagyságára is; megelégszünk csupán a jelölések felírásával):

- $Q^{(1)}$ = normál termelési terv. Ez kb. megfelel a szövetde jelenlegi termelési színvonalának.
- $Q^{(2)}$ = felemelt termelési terv. Ez kb. 11%-os emelést jelent a normál termelési tervhez képest.
- $L^{(1)}$ = jelenlegi üzemterület.
- $L^{(2)}$ = megnövelt üzemterület. Feltettük, hogy új épülettel bővült az üzem területe.
- $B^{(1)}$ = normál bruttó beruházási keret. Ez kb. megfelel a jelenlegi keretnek.
- $B^{(2)}$ = felemelt bruttó beruházási keret. Ez az előbbi többszöröse; elegendő a szövetde nagyarányú műszaki rekonstrukciójához.
- $B^{(3)}$ = felemelt bruttó beruházási keret, építési költségekkel csökkentve. Ez azonos $B^{(2)}$ -vel, de levonva belőle a szövetde bővítéséhez ($L^{(2)}$ megteremtéséhez) szükséges építési költséget.

$c_i^{(1)}$ = diszkontált költségösszeg 10⁰/₀-os kamatlábbal. Itt a célfüggvényt a korábban leírt számításmódtól eltérő technikával, az úgynevezett *diszkontálás* segítségével képeztük.*

$$(9) \quad c_i^{(1)} = \sum_{t=1}^{25} \frac{k_i(t)}{1,1_t}$$

$c_j^{(2)}$ = diszkontált költségösszeg 8⁰/₀-os kamatlábbal.

$c_i^{(3)}$ = évi működési költség. (Ez az OT-mutatóval analóg forma, amelyet fentebb, a célfüggvény első kifejtésénél részletesen tárgyaltunk.)

$c_i^{(4)}$ = diszkontált költségösszeg 10⁰/₀-os kamatlábbal, emelkedő bérek alapján számolva. Ez általában egyezik $C^{(1)}$ -gyel, azzal a különbséggel, hogy azt változatlan béreket feltételezve számoltuk. Ennél viszont feltettük, hogy a bérek rendszeresen, meghatározott ütemben emelkednek. (A továbbiakban $c_i^{(1)}$ -et, $c_i^{(2)}$ -t, $c_i^{(3)}$ -at és $c_i^{(4)}$ -et gyűjtőfogalomként *gép költségnek*, a gépköltség négyféle válfajának nevezzük.)

A programozás valamennyi változatában azonosak voltak a következő paraméterek: c_i , a teljesítő képesség; l_i , a helyigény és b_i , a bruttó beruházási költség. A többi paramétert a különböző változatokban a következőképpen határoztuk meg:

A programozási feladatváltozatok

A feladatváltozat sorszáma	Termelési terv Q	Bruttó beruházási keret B	Üzemterület L	Gépköltség c_i
I.	$Q^{(1)}$	$B^{(1)}$	$L^{(1)}$	$c_i^{(1)}$
II.	$Q^{(1)}$	$B^{(1)}$	$L^{(1)}$	$c_i^{(2)}$
III.	$Q^{(1)}$	$B^{(1)}$	$L^{(1)}$	$c_i^{(3)}$
IV.	$Q^{(1)}$	$B^{(1)}$	$L^{(1)}$	$c_i^{(4)}$
V.	$Q^{(1)}$	$B^{(2)}$	$L^{(1)}$	$c_i^{(1)}$
VI.	$Q^{(1)}$	$B^{(2)}$	$L^{(1)}$	$c_i^{(2)}$
VII.	$Q^{(1)}$	$B^{(2)}$	$L^{(1)}$	$c_i^{(3)}$
VIII.	$Q^{(1)}$	$B^{(2)}$	$L^{(1)}$	$c_i^{(4)}$
IX.	$Q^{(2)}$	$B^{(2)}$	$L^{(1)}$	$c_i^{(1)}$
X.	$Q^{(2)}$	$B^{(3)}$	$L^{(2)}$	$c_i^{(1)}$
XI.	$Q^{(2)}$	$B^{(3)}$	$L^{(2)}$	$c_i^{(3)}$
XII. ¹	$Q^{(2)}$	∞	$L^{(1)}$	$c_i^{(1)}$
XIII.	$Q^{(2)}$	∞	$L^{(1)}$	$c_i^{(3)}$
XIV.	$Q^{(2)}$	∞	$L^{(1)}$	$c_i^{(4)}$
XV.*	$Q^{(2)}$	$B^{(2)}$	∞	$c_i^{(1)}$
XVI.	$Q^{(2)}$	$B^{(2)}$	∞	$c_i^{(3)}$

¹ A XII., XIII. és XIV. változatnál feltételeztük, hogy a bruttó beruházási keret nincsen előre megkötve. Hasonlóképpen a XV. és XVI. változatnál azt feltételeztük, hogy az üzemterület (vagyis gyakorlatilag az építési beruházási keret és az építés műszaki lehetősége) nincs előre megkötve. Ezt jeleztük abban a formában, hogy $B = \infty$, illetve $L = \infty$.

* Legyen $k_i(t)$ az i -edik gépcsoport egy gépével kapcsolatban a t -edik évben felmerült költség ($t = 1, 2, \dots, 25$). A kamatos kamatláb: 0,1. Ezesetben az i -edik gépcsoport egy gépének diszkontált költségösszege:

A programozási feladat-változatokat számszerűen megoldva eljutottunk 16 optimális programhoz. Ezeket az alábbi táblázatban ismertetjük.

Az optimális programok

Gépcsoportállomány (x_i)	1 Régi gép 4 éves ciklussal	2 Régi gép 6 éves ciklussal	3 Korszerűsített régi gép	4 Új mechanikai gép	5 Legolcsóbb automata	6 Közepes árú automata	7 Legdrágább automata
Feladatváltozat sorszáma							
I.	1452	0	0	0	0	0	0
II.	1452	0	0	0	0	0	0
III.	1452	0	0	0	0	0	0
IV.	1446	0	0	0	5	0	0
V.	1452	0	0	0	0	0	0
VI.	1452	0	0	0	0	0	0
VII.	1452	0	0	0	0	0	0
VIII.	0	0	0	0	1324	0	0
IX.*	—	—	—	—	—	—	—
X.	1460	0	0	157	0	0	0
XI.	1460	0	0	157	0	0	0
XII.	905	0	0	0	0	0	611
XIII.	905	0	0	0	0	0	611
XIV.	0	0	0	0	963	0	481
XV.	1460	0	0	157	0	0	0
XVI.	1460	0	0	157	0	0	0

* A IX. feladatváltozat nem oldható meg.

Hangsúlyozom: a táblázat nem egyszerűen 16 lehetséges programot ismertet. Mind a 16 program *optimális* — mindig azoknak a konkrét számszerű feltételeknek megfelelően, amelyeket egy-egy változat számára megszabtunk.

Következő oldalon lévő táblázatunkban ismertetjük az optimális programok néhány jellemző adatát.

Néhány tanulság

Óvakodnunk kell attól, hogy a kísérleti programozásból, amely kifejezetten a számítási *módszerek* tisztázását szolgálta, túlságosan megszemenő következtetéseket vonjunk le, különösen a közvetlen beruházási feladatokat illetően. Azt a kérdést, hogy végül is milyen gépeket állítsunk be, majd csak az *iparági* programozás alapján szabad eldönteni.* Néhány közgazdasági szempontból figyelemre méltó következtetés azonban máris adódik.

* A kísérleti programozásról készült tanulmányt számos textilipari szakértő alaposan megvitatta, s néhány műszaki-gazdasági adat, (a teljesítőképességre és a költségekre vonatkozó egyes adatok) megváltoztatását ajánlotta. Ezek a számszerű változások is nyilván módosítják majd a *végleges* iparági program konkrét összetételét.

Az optimális programok néhány jellemzője

Változat sorszáma	A szövőde összes gép-költsége 1000 Ft C***	Leszerelendő régi gépek száma x_0	Felhasznált bruttó beruházási keret 1000 Ft $\sum_{i=1}^7 b_i x_i$	Fel nem használt bruttó beruházási keret 1000 Ft $B - \sum_{i=1}^7 b_i x_i$	Igénybe vett üzemterület m^2 $\sum_{i=1}^7 l_i x_i$	Igénybe nem vett üzemterület m^2 $L - \sum_{i=1}^7 l_i x_i$
I.	394 073	8	10 309	191	11 616	84
II.	463 472	8	10 309	191	11 616	84
III.	43 415	8	10 309	191	11 616	84
IV.	512 749	14	10 480	20	11 611	89
V.	394 073	8	10 309	60 691	11 616	84
VI.	463 478	8	10 309	60 691	11 616	84
VII.	43 415	8	10 309	60 691	11 616	84
VIII.	497 030	1460	56 535	14 465	11 254	496
IX.*	—	—	—	—	—	—
X.	442 010	0	14 495	41 505	12 936	1364
XI.	49 180	0	14 495	41 505	12 936	1364
XII.**	471 443	555	109 318	—	11 700	0
XIII.**	62 418	555	109 318	—	11 700	0
XIV.**	559 634	1460	122 121	—	11 697	3
XV.**	442 010	0	14 495	56 505	12 936	—
XVI.	49 180	0	14 495	56 505	12 936	—

* A IX. feladat nem oldható meg.

** A XII.—XIV. feladat-változatokban a bruttó beruházási keret, a XV.—XVI. feladat-változatokban pedig az üzemterület nem korlátozott.

*** Felhívjuk a figyelmet arra, hogy a gépköltségek oszlopában szereplő adatokat nem lehet közvetlenül összehasonlítani. Itt különböző célfüggvények adatai szerepelnek, s ezek számszerűen szükségképpen eltérnek egymástól (pl. az egyszerű kamatozásra épített évi működési költség alig egyhatoda-egynyolcada a *hosszabb időszakra* diszkontált költségösszegnek).

1. A „*kamat*”-probléma. Hasonlítsuk össze az I., II. és III. feladat-változatot. A feltételek mindháromnál azonosak, viszont eltérőek a célfüggvények. Az első kettőnél a diszkontált költségek minimalizálása a feladat (az elsőnél 10, a másodiknál 8%-os kamatlábbal), a harmadiknál pedig az „egyszerű kamatozásra” épülő, 20%-os kamatlábat alkalmazó évi működési költség minimalizálása. E különbség ellenére az optimális program mind a három esetben *azonos*.

Hasonlóképpen párhuzamba állíthatjuk az V., VI. és VII. feladatokat, a X. és XI. feladatpárt, a XII. és XIII. feladatpárt, a XV. és XVI. feladatpárt. Minden ilyen párnál azonosak a feltételek, de eltérőek a célfüggvények. Valamennyi esetben azt látjuk: az optimális programok a párhuzamos feladat-változatoknál *azonosak*.

Tanulság: *programunk* kevésbé „*kamatérzékeny*”. A 8 és 10%-os kamatos kamatlábbal végrehajtott diszkontálás és a 20%-os egyszerű kamat mellett teljesen azonos optimális programhoz jutunk, ha a *feltételek* (beruházási keret, termelési terv stb.) egyébként azonosak.

Ez a következtetés egyelőre csupán ebből a konkrét számszerű példából adódik; általánosabb érvényű megállapításokhoz további vizsgálatok szükségesek. Kutatásaink során igyekszünk majd matematikai formulát találni annak meghatározására: melyek azok a *határok*, amelyek

ken belül maradva a kamatláb változása még nem módosítja az adott optimális programot.*

2. *Az építés és a gépcseré.* Elterjedt az a nézet, hogy általában gazdaságosabb új építés helyett a régi gépeket a meglévő területen korszerűbbre kicserélni. Mennyiben igazolta a kísérleti programozás ezt az elvet?

A probléma általában akkor élesedik ki, ha a volumen növelésére van szükség. Hasonlítsuk össze a IX., X., XII. és XV. feladat-változatot. Mindegyiknél felemelt termelési tervet kell teljesíteni, a célfüggvény is mindegyiknél azonos.

A IX. feladat-változat a bruttó beruházási keret nagyarányú felemelése ellenére (10,5 millióról 71 millióra) *megoldhatatlan* az adott üzemterületen. A X. feladat-változat megszerkesztésénél feltételeztük, hogy a IX. változatban engedélyezett beruházási keret egy részét építésre fordíthatják. A feladat most már megoldható! Sőt, a 3. táblázatból kiderül: nincsen szükség sem az egész gépberuházási keret kihasználására, sem az egész engedélyezett új üzemterület megépítésére, mindkettőből jóval kevesebb is elég. A XV. változat még tovább megy: tovább emeli a bruttó beruházási keretet és egyáltalán nem korlátozza az üzemterület bővítését. A költségek minimalizálásához mégsem érdemes messzebbre menni, mint az előbb tárgyalt IX. esetben — az optimális program az ottanival (1460 régi és 157 új mechanikai, nem-automata gép).

Mi történik akkor, ha a jelenlegi üzemterület nem bővíthető — s ugyanakkor az irányító hatóság ragaszkodik a felemelt termelési terv teljesítéséhez is? Akkor erősen emelnie kell a bruttó beruházási keretet. Ezt a helyzetet reprezentálja a XIII. feladat-változat, amelynél nem kötöttük meg előre a beruházási keretet. A feladat megoldható — csak hogy a megoldás igen drága. A program végrehajtása ez esetben összesen 109,3 millió forintos bruttó gépberuházást igényel, ellentétben a X. változattal, amelynél lehetővé tettük az építést, s amely mindössze 29,5 millió forint bruttó beruházást (gép + építés) tett szükségessé. Igaz, a XV. program szerint beállításra kerülő legtermelékenyebb automata gépek folyamatos megtakarítást hoznak majd az üzemeltetési költségekben. De még ez sem billenti a mérleget ennek a megoldásnak az oldalára. A XII. változat esetén az összes diszkontált költség, $C = 471,5$ millió forint. Ezzel szemben a X. változatnál, amelynél engedélyeztük az építést, az építési költségekkel megnövelt C csak 455 millió forint, vagyis kevesebb. (Ebből az építés diszkontált költsége 13,6 millió.)

Az elmondottakból három tanulságot vonhatunk le.

a) Az a tétel, hogy *mindenképpen* gazdaságos új építés helyett a meglévő üzemterületen gépcserét végezni, *általános* érvényű elvként nem fogadható el. Egyes esetekben ez gazdaságos, más esetekben nem — mindig a konkrét feltételektől függően.

b) Az építőipar szűk kapacitása természetesen kényszerítheti a tervező szerveket, hogy az építésnek korlátot szabjanak. Mindenesetre igen óvatosan kell dönteni arról, mikor célszerű eleve kizárni az építés lehetőségét.

* A beruházások gazdaságossági számításában felhasznált névleges kalkulatív „kamatláb” számos bonyolult elméleti és gyakorlati problémát vet fel. Például igen fontos tisztázni, milyen megfontolások alapján kell meghatározni e kamatláb közgazdaságilag indokolt számszerű nagyságát. Ezekre a problémákra itt nem térhetek ki.

c) Amennyiben elkerülhetetlen építési keret megszabása, úgy a javasolt számítási módszer segítségével megszabható a beruházási program *relatív* optimuma a kereten belül.

3. *A bérváltozások.* Hasonlítsuk össze az V. és a VIII. feladat-változatot. A feltételek azonosak. A célfüggvény is megegyezik annyiban, hogy mindkettőnél a diszkontált költségek minimalizálása a feladat, 10⁰/₀-os kamatláb mellett. Az eltérés: az V. feladatnál változatlan bérekkel számoltunk, a VIII.-nál pedig emelkedő bérekkel. Láthatjuk, hogy a két feladat-változat optimális programja között érdemleges a különbség: az előbbinél csupa nem-automata gépből, az utóbbinál viszont automatákból áll a géppark.

Hasonlóképpen szembeállíthatjuk a XII. és a XIV. feladatváltozatot is. A tendencia azonos: ha emelkedő bérekkel számolunk, úgy ez a technikai fejlesztés irányába viszi a programot; mechanikai gép helyett automatagép, kevésbé termelékeny automata helyett termelékenyebb automata beállítását eredményezi. Ha az előbb azt állapítottuk meg, hogy programunk kevésbé „kamaterzékeny”, most viszont azt kell leszögeznünk: *a program erősen „bérérzékeny”*.

Kérdés: melyik számításmódot tekintjük közgazdaságilag indokoltnak? A beruházásgazdaságossági számításokat, beleértve a jelenleg hivatalosan előírt OT-mutató kiszámítását, mindeddig változatlan bérek alapján végezték. Meggondolandó, nem kellene-e áttérni az emelkedő bérekkel való számolásra, hiszen a reálbérek emelkedésének tendenciájával jogosan számolhatunk.

A kérdés igen bonyolult; mellette és ellene egyaránt sok érv hozható fel. A beruházások gazdaságosságával foglalkozó irodalom eddig nemigen vetette fel e problémát, az a továbbiakban vár majd tisztázásra.

4. *Ciklusidő.* Az optimális programok egyikébe sem került bele a 6 éves ciklusidővel működő régi gépek csoportja. Ez alátámasztja a jelenlegi működési szisztéma, a hivatalosan előírt 4 éves ciklusidő helyességét.

Lehetséges azonban, hogy a 2. gépcsoport adatait túlságosan „peszsimistán” rögzítettük. (Gyakorlati tapasztalatok híján ugyanis kénytelenek voltunk becslésekre támaszkodni.) Célszerű lenne, ha néhány részlegnél kísérletképpen az eddigtől eltérő karbantartási-nagyjavítási szisztémára állnának át, s a huzamos megfigyeléssel összegyűjtött adatok alapján vizsgálhatnánk ismét a kérdést.

5. *Gazdaságosság és fejlett technika.* A 7 gépcsoport közül a 6. és 7. jelentik a műszakilag legfejlettebb, legtermelékenyebb változatokat. A 6. gépcsoport mégsem került bele a 16 optimális program egyikébe sem. A 7. gépcsoport pedig csak abban a három esetben szerepel az optimális programban, amelyben felemelt termelési tervet kell teljesíteni az eddigi szűk üzemterületen.

Gyakran találkozhatunk olyan állásponttal, amely — kellő gazdasági megfontolások nélkül — síkraszáll a *legfejlettebb* technika bevezetése mellett. A kísérleti programozás tapasztalatai szemléletesen igazolják azt az ismert tételt, hogy *a gazdaságosság és a legfejlettebb technika követelménye nem esik szükségképpen egybe*. Lehetnek olyan feltételek (pl. magas volumen-feladat, aránylag szűkös beruházási keret), amikor célszerű a kevésbé fejlett, de olcsóbb technikát választani.

Összehasonlítás a gazdaságossági számítás szokásos módszerével

Az összehasonlítás céljaira legalkalmasabb az OT-mutató és a $C^{(3)}$ célfüggvénnyel végzett saját számításaink összevetése.

Képezzük a következő törtet:

$$(10) \quad \frac{c_i^{(3)}}{q_i} = \frac{p_i + f_i \cdot 0,2 + \frac{g_i}{T_i}}{q_i}$$

A mutatószám láthatóan csak jelentéktelen részletekben tér el a szokásos OT-mutatótól.* Nyugodtan úgy tekinthetjük mint az OT-mutató (lényegtelenül módosított) válfaját.

Gépcsoportjaink rangsora, e mutatószám szerint rendezve a következő:

Rangsorolás a gazdaságossági mutató szerint

Rangsor	Gépcsoport neve	Gépcsoport sorszáma	Gazdaságossági mutató értéke Ft/100 000 vetés	Mely feladat-változatok optimális programjában szerepel*
Első	Régi gép 4 éves ciklussal	1	44,77	III., VII., XI., XIII., XVI.
Második	Régi gép 6 éves ciklussal	2	45,25	—
Harmadik	Új mechanikai gép	4	52,70	XI., XVI.
Negyedik	Legolcsóbb új automata	5	54,80	—
Ötödik	Ráépített automatával korszerűsített gép	3	55,69	—
Hatodik	Közepes áru új automata	6	66,57	—
Hetedik	Legdrágább új automata	7	74,52	XIII.

* Csak azokat a program-változatokat vettük tekintetbe, amelyeknél a $C^{(3)}$ célfüggvényt alkalmaztuk.

Hangsúlyozzuk: ez a táblázat ugyanazokra az adatokra épül, mint amelyekkel a programozást végeztük. Hasonlítsuk össze a táblázat első és utolsó oszlopát. Az 1. gépcsoport, amely a legtöbb optimális programba bekerült, a rangsornak is az első helyén szerepel. Ennyiben a rangsor helyes információt ad. De csak ennyiben — egyébként a rangsorolás nem mond semmit, vagy éppenséggel dezorientál. A rangsor második helyére került a 2. gépcsoport, amely egyetlen optimális programváltozatba sem került bele. A 7. gépcsoport az utolsó helyen szerepel, a 3. és a 6. gépcsoport után — holott a 7. gépcsoport bizonyos feltételek (felemelt terv, kötött üzemterület) között bekerül az optimális prog-

* Ilyen eltérések pl.:

- Az OT-mutató a volument forintban méri, a (8) képletben szereplő q_i mértékegysége viszont a vetésszám. Mivel azonban egyetlen termékcsoporthoz vizsgálunk és állandó cikkszerkezettel feltételezünk, a kétféle mérési mód itt azonos tartalmú.
- Az OT-mutató a költségek között szerepelteti az egész értékcsökkenési leírást — mi csak az egy évre jutó nagyjavítási költséget (ami kb. megfelel a fejújítási hányadnak).
- A (8) képletben szereplő tört reciprokja a szokásos OT-mutatónak és így tovább. Mindez *nem lényeges* különbség.

ramba, viszont a 3. és 6. gépcsoport semmilyen feltétel-kombináció mellett sem szerepelt az optimális programban.

Kísérleti számításunk világosan mutatja, mi a különbség a beruházásgazdaságosság megállapításánál alkalmazott szokásos rangsorolási eljárás és az általunk használt programozási eljárás között. *Merev* rangsort kapunk, ha a gazdaságossági mutató szerint hasonlítjuk össze az alternatívákat. A rangsor azt a benyomást kelti, hogy az elején levő alternatívákat *mindig* előnyben kell részesíteni a rangsorban hátul levőkkel szemben. A rangsor érzéketlen aziránt, hogy a termelési terv, a beruházási keret, az üzemterület stb. nagy-e vagy kicsi; nem veszi figyelembe azokat a feltételeket, amelyek közepette a beruházásokat végre kell hajtani.*

Természetesen, a gyakorlati tervezés során a beruházásokról döntő szerv végül mégiscsak kénytelen mérlegelni ezeket a feltételeket. Ilyenkor megkísérli valahogyan összeegyeztetni a gazdaságossági mutatószám által sugalmazott szempontokat a népgazdasági mérlegekben előírt keretekkel, termelési feladatokkal. Az egyeztetés ismételt tárgyalások, az érdekeltek rá-, illetve lebeszélése, próbálkozás útján megy végbe. A végeredmény az, hogy a beruházásról döntő szerv kénytelen maga is elismerni: csak részben vehette figyelembe a gazdaságossági mutatót, mert esetleg éppen a rangsorok élén szereplő alternatívák megvalósításához hiányoztak az adottságok.

Ily módon a gazdaságossági követelményeket és a reális adottságokat egy „tapogatódzási” processzus révén egyeztetik. A mi számítási módszerünk lényege: „tapogatódzás” helyett az egyeztetési processzus egzakt beépítése magába a *gazdaságossági számításba*. Azokat az „adottságokat”, amelyeket a beruházásokról döntő szervek eddig a gazdaságossági számítás *után* vettek figyelembe, a program *feltételi egyenleteinek* formájában foglaltuk bele a modellbe. „Miriatür” kísérleti modellünkben csak 4 ilyen feltétel szerepelt. Nagyteljesítményű elektronikus számológép igénybevétele esetén, egy-egy szélesebb, átfogóbb program készítésekor akár 2—300 feltételt is figyelembe vehetünk.

Eddig gyakran hallhattunk ilyesféle panaszokat: „Ez és ez lett volna a leggazdaságosabb változat, de sajnos nem valósíthatjuk meg, mert nincs rá pénz...” vagy: „nem valósíthatjuk meg, mert nincs hozzá nyugati deviza” és így tovább. A programozás elejét veszi az ilyen panaszoknak, mert a megvalósítás minden érdemleges feltételét eleve számba vesszük. Az optimális programban szereplő alternatívák megvalósításának lehetősége mindig — mondhatnánk: automatikusan — biztosított (feltéve, hogy körültekintően állapítottuk meg a feltételi egyenleteket). Ez növeli majd a gazdaságossági számítások tekintélyét, mert a beruházásról döntő szervek nem lesznek kénytelenek — a reális adottságok nyomására — újra és újra eltérni a gazdaságossági számítás ajánlásaitól, hanem ténylegesen megvalósíthatják azokat.

A programozás nem ad kezünkbe rangsort; nem mondja meg, hogy valamely alternatíva *általában* jobb-e, mint egy másik. Az igazság ugyanis az, hogy nincsen „általában” gazdaságos beruházási alternatíva.

* Félreértések elkerülése végett: itt nem olyan korlátról van szó, amely speciálisan az OT-mutatót jellemezné. Bármely más beruházásgazdaságossági mutatószám (megtérülési idő, diszkontált fajlagos költség stb.) szerint rangsoroljuk is az alternatívákat, az a tény, hogy pusztán *rangsorolást* végzünk az adott feltételeket figyelembe vevő *programozás* helyett, mindenképpen korlátozott értékű eredményekhez vezet.

Közgazdaságilag nem indokolható egy olyan gazdaságossági rangsor, amely mindig, minden körülmények között érvényes. A gazdaságosság kritériumai mindig konkrétak; mindig csak azt lehet megállapítani, hogy *adott feltételek között* mi a viszonylag legkedvezőbb megoldás.

A javasolt eljárás másik fontos előnye: a *kísérletezés* fokozott lehetősége. A kísérlet a természettudomány egyik alapvető kutatási módszere. A természettudós átgondolt elvek szerint változtatja a kísérlet feltételeit, s megfigyeli, hogyan reagál a változásokra a kísérlet tárgya, pl. egy folyadék hogyan reagál a nyomás, a hőmérséklet stb. változásaira.

Hasonlót tettünk mi is, amikor programunkat több változatban készítettük el. Nem más ez, mint sajátos *közgazdasági kísérletsorozat*. Átgondolt elvek szerint változtatjuk a kísérlet feltételeit (jelen esetben: a termelési tervet, a beruházási keretet, a bért, a kamatlábat stb.), és figyeljük: hogyan reagál erre a vizsgálat tárgya, az optimális beruházási program. A kísérlet jellege persze sokban különbözik a természettudomány empirikus kísérleteitől — mi csupán papíron, a számok segítségével kísérletezünk.* A kétféle kísérlet analóg vonása: a módszeresen változtatott feltételek hatásának megfigyelése.

Az ilyen kísérletsorozatnak a jelenlegi körülmények között különösen nagy a jelentősége. Senki sem állíthatja, hogy a pamutszövő ipar számára meghatározott termelési terv vagy építési keret a lehető legjobb, az egyedül lehetséges szám. Éppen ezért fontos, hogy azok a vezető szervek (Országos Tervhivatal, minisztérium), amelyek ezeket a számokat megszabják, előre felmérhessék döntésük hatását. Így idejében láthatják: mi lesz a következménye annak, ha a termelési tervet fel-emelik vagy nem emelik fel, ha az építést engedélyezik vagy nem engedélyezik stb. Az *ágazati, iparági* programozások több változatban való végrehajtása segíti a *népgazdasági* tervek tökéletesítését is (ami persze nem teszi fölöslegessé, hogy a népgazdasági tervezés metodikáját is továbbfejlesszük).

Kutatási terveinkről

A Goldberger-gyári számítás tapasztalatait felhasználva már hozzáláttunk a pamutszövő iparág méreteiben végrehajtandó programozás munkálataihoz. E program természetesen jóval szélesebb területet fog át. (Pl. 1460 helyett 11 652 egységből álló régi szövőgép-parkkal kell majd számolnunk.) Az üzemi és az iparági modell között azonban nem ez a fő különbség, hanem elsősorban az, hogy az iparági modellben további *műszaki és gazdasági összefüggéseket* veszünk figyelembe. Néhány példa erre:

1. A szövés mellett a *szövőelőkészítés* (vetülék- és keresztcsévézés, felvetés, irelés) gépeivel is foglalkozunk. A programozásnak biztosítania kell az arányosságot a szövés és a szövőelőkészítés különböző vertikumainak kapacitása között.

2. A kísérleti számítás csupán gépberuházási programot adott. Most viszont gépberuházási és *építési* programot határozzunk meg. A progra-

* Sokkal olcsóbb a papíron gazdasági kísérleteket végezni, mint a valóságban. Jobb, ha a számokból előre kiderülnek egy-egy feltételkombináció előnyei és hátrányai, nyeresége vagy vesztesége, mint ha az esetleges veszteséget a népgazdaságnak ténylegesen meg is kellene fizetnie.

mozás alapján javaslatot tehetünk arra: mennyi új üzemterületet kell építeni.

3. Szűkös erőforrásnak tekintjük az importgépek vásárlására szolgáló *devizát*, s ezért a feltételek közé iktatjuk a devizakeret betartását.

Az iparági számításnál egy kb. 80 változós, 30 feltételi egyenletes lineáris programozási feladatot kell megoldani. Erre a célra előreláthatólag a hazánkban működő *elektronikus számológépet* vesszük igénybe.

Felvetődik a kérdés: vajon lehet-e és érdemes-e a cikkben leírt számítási módszert másutt is felhasználni? Az itt körvonalazott *konkrét* modell másutt nem alkalmazható. A gazdasági számítások matematikai modelljeit nem lehet — képletesen szólva — konfekcionálva készíteni; ezeket mindig mérték után kell szabni. Más szóval: mindig a szóban forgó terület gazdasági és műszaki adottságai alapján kell a modellt megszerkeszteni. Így pl. még az idén hozzáfogunk a pamutkikészítőipar technikai rekonstrukciójának programozásához. Ott más, a szövőiparétól lényegesen eltérő modellre lesz szükség. A szövőiparban sok ezer gépből álló, megközelítően homogén gépcsoportok vannak — a kikészítőiparban kevés géppel van dolgunk, de szinte mindegyik másféle. A kikészítésnél szoros az összefüggés a műszaki fejlesztés és a termék minősége, használati értéke között, a minőség pedig kihat az exportértékesítés lehetőségeire. A nyersszövet-szükséglet jól tervezhető. Viszont a különböző kikészítési módokra — vagy ami ezzel egyet jelent: a kész szövetek konkrét választékára — irányuló keresletben sok a bizonytalanság. Ezért a kikészítőipari beruházások programozásánál jelentős problémát okoz majd *egyres paraméterek* bizonytalansága.*

A szövőipari és a kikészítő-ipari számításnak mégis lesz egy fontos közös vonása: mindkettőnél *programozást* végzünk, abban az értelemben, ahogyan ezt a fogalmat az előbb használtam. Mindkét területen *egy szélesebb ipari egység beruházási problémáját átfogóan, összefüggéseiben vizsgáljuk; a konkrét gazdasági és műszaki adottságok, valamint gazdaságpolitikai követelmények számításbavételével határozzuk meg a legkedvezőbb beruházási tervet.* A beruházásgazdaságossági számításnak ez a *megközelítési módja*, ez az *általános koncepciója* az, amely — nézetem szerint — minden területen alkalmazható. Úgy gondolom: hasznos lenne, ha más iparágakban, ágazatokban is végeznének — a helyi adottságokat tükröző modellek segítségével — hasonló beruházási programozást.

Távol áll tőlem, hogy azt higgyem; ezzel megoldottuk a beruházás-gazdaságossági számítások minden problémáját. Még igen sok a tisztázatlan közgazdasági, statisztikai és matematikai probléma (egyikre-másikra e cikkben magam is utaltam); nagyok a kutatómunka feladatai. Mégis úgy vélem, elérkezett az ideje annak, hogy túlhaladjunk a beruházási számítások mai színvonalán, a mutatószámok szerinti összehasonlításon.

A cikkben vázolt programozási eljárások alkalmasnak látszanak arra, hogy *egy lépéssel előbbre* jussunk a beruházási döntések közgazdasági megalapozásában.

* Ez a beruházások programozásának egyik kulcskérdése. Kutatásaimat — egyebek között — azért kezdtem éppen a pamutszövés területén, mert ott ez a nehézség kevésbé élesen jelentkezik.

A paraméterekben rejlő bizonytalansággal kapcsolatban még igen sok a megoldatlan *matematikai* probléma is. (Az ún. sztochasztikus programozás még eléggé kidolgozatlan stb.)