

A gépipari termelőberendezés állományának és struktúrájának hosszútávú tervezése*

Bevezetés

A KGM Távlati Fejlesztési Főosztálya és a Gépipari Technológiai Intézet megbízásából kidolgoztunk egy lineáris programozási modellt a KGM technológiai ágazataihoz tartozó termelőberendezések optimális állománya és struktúrája hosszútávú számítógépes tervezéséhez. A modell kialakításakor figyelembe vettük, hogy a termelőberendezés tervévi állományának kialakítása, az optimalizálás célfüggvényének (célfüggvényeinek) meghatározásán túlmenően, három irányból közelíthető:

1. A gépipar különböző technológiai ágazataira készítünk önálló modelleket és egymástól független számításokkal viszonylag szűk választási lehetőségek keretein belül maradunk.

2. A gépipar alágazataira készítünk egymástól függetlenül kezelhető modelleket és valamennyi technológiai ágazat fejlesztését vizsgálat tárgyává tesszük. Lényegében itt is egymástól független számítások elvégzéséről van szó.

3. A KGM — gépipar összességére — figyelembe véve a hét technológiai ágazatot — készítünk egy modellt.

A javasolt közelítési módok közül az első változat szűk választási lehetőségei mellett, még olyan hátrányban is van, hogy csak előre rögzített termelési volumenekre — amelyek már előzőleg eldöntött technológiai struktúrákkal meghatározottak — vonatkozhat. Így tehát csak az lehet a modell döntési problémája, hogy a technológián belül alkalmazott és egymást helyettesítő termelőberendezések optimális összetételét határozza meg.

A második változat kizárólagosan az egyes gépipari alágazatok belső — a technológiai ágazatok által meghatározott — összefüggéseit vizsgálja és ezek eredményeit alkalmazza a termelőberendezés állomány tervezésére, így nem tárhatók fel a gépipari alágazatok bonyolult kapcsolatai.

Az 1. és 2. változat közös hátránya, hogy az alkalmazásuknál, az említettekén kívül számos egyéb előzetes döntést kell meghozni. Így például a már említett termelési — kibocsátási volumen és a technológiai struktúra rögzítése mellett szükség van az erőforráskeretek (létszám, beruházás, deviza stb.) előzetes elosztására is; ezek a 3. változatban javasolt modell alkalmazásakor a számítások során határozhatók meg.

Úgy véltük, hogy az 1. és 2. modell kidolgozásakor az előzetes döntések annyira leszűkítik a modellek választási lehetőségeit, hogy a viszonylag nagy

* A Magyar Közgazdasági Társaság 1973. évi pályázatán díjazott pályamunka alapján.

¹ A modellezett terület szakmai kérdéseiben Nemes Ferenc a KGM osztályvezetője adott hasznos tanácsokat, a modell számszerűsítését Pásztor Ferenc a GTI munkatársa végezte, aki ezen kívül gépipari ismereteivel is hozzájárult a modell kialakításához.

munkabefektetések kevés hasznot hajtanak, ezért a 3. modellváltozatot dolgoztuk ki az alábbiak figyelembevételével:

- meghatároztuk a termelőberendezés tervévi állományának összetételét, és volumenét befolyásoló főbb tényezők összefüggő rendszerét, ezen belül figyelembe vettük, hogy a termelőberendezések tervévi állománya függ a tervidőszakban alkalmazandó technológiai struktúrától, amelyet közvetlenül a gyártási alágazatok kibocsátási feladatai, belső termelési kapcsolatai és a tevékenységek objektív korlátai határoznak meg,
- arra törekedtünk, hogy modellünkben együttesen meghatározható legyen többféle változatban, valamilyen szempontból optimális gépipari termelőberendezés állomány,
- tapasztalatok szerzése céljából egy technológiai ágazat (a kovácsolás) gépállományát határoztuk meg. Ezáltal azokat az adatelőkészítési-, gépi programozási és üzemeltetési ismereteket — kisebb bár nem teljes modellel — szerezhettük meg, amelyek elengedhetetlenül szükségesek a teljes gépipari termelőberendezés állomány tervévi volumenének és összetételének kiszámításához.

A gépipari termelőberendezés állomány tervezésénél felmerülő alapvető kérdések

A távlati tervezés során néhány alapvető kérdés merül fel:

- adott kibocsátási feladat teljesítése esetén mekkora legyen a gépállomány nagysága és milyen összetételű,
- hogyan befolyásolja a külkereskedelmi tevékenység a termelést,
- milyen ütemben kell a különböző gépcsoportokban selejtezni, meghatározott átlagos gépéletkor biztosítása érdekében,
- a beruházásra fordítható anyagi lehetőségeket hogyan legcélszerűbb felhasználni, azaz hol kell fejleszteni.

A fenti alapkérdések vizsgálatát ágazati szempontból kell elvégezni, ezért részben vállalati, részben ágazati érdekeket is figyelembe kell venni, azokat össze kell hangolni. Példa erre, hogy a termelőberendezés állomány „előregedése”, az új berendezésekkel elérhető terméktöbblet nagysága stb. — melyek vállalati kategóriák — ágazati szinten is problémaként jelentkeznek és ugyanakkor itt figyelembe kell venni a makroökonómiai összefüggéseket is, tehát a két szemlélet egyesítésére kell törekedni.

A gépiparban az ágazati szintű távlati elképzelések kialakítása még az átlagosnál is nehezebb, mert a makroökonómiai problémák különös súllyal vetődnek fel. A gépipari termelés a beruházásokkal van szoros kapcsolatban és így közvetlenül összefügg a népgazdaság főbb arányaira és a gazdasági növekedés ütemére vonatkozó döntésekkel és elképzelésekkel.

A gépipari termékek kereslete emellett jórészt áttételezett jellegű. Az összes többi ágazat termékei iránti kereslet módosulása kihat a gépipari termékek iránti kereslet alakulására.

A műszaki fejlődés is különösképpen gyors a gépiparban, ezen belül áttételezett formában az összes többi ágazatban, vagy külföldön bekövetkezett műszaki-gazdasági változások is hatnak, ami a termelőberendezés állomány távlati tervezését tovább nehezíti.

A feladatot tovább bonyolítja az időbeliség. A vállalatok szempontjából az optimális termelőberendezés állomány az időnek, illetve az időbeli változások-

nak a függvénye. A termelőberendezések cseréjének üteme döntő részben a gépekben megtestesült műszaki fejlődés ütemétől függ. Ha a műszaki fejlődés fokozódik, a gépek cseréjének optimális üteme is tovább nő. Ugyancsak meggyorsul a csere optimális üteme, a gazdaság strukturális átalakulása és a szociológiai struktúra változása következtében.

Az időbeliség népgazdasági szempontból is módosítja az összefüggéseket. Az egyes korlátozó feltételek súlya ugyancsak változhat, más főbb arányok válhatnak optimálissá és ennek folytán szükségképpen módosítani kell a beruházási politikát.

Ezek után megállapíthatjuk, hogy a fentiekben részletezett feladat ágazati végrehajtása, a KGM termelőberendezés állománya alakulásának a termeléssel és a külkereskedelemmel, valamint a népgazdasági elvárásokkal és a műszaki fejlődéssel összhangban történő vizsgálata szükségszerűen igényli a korszerű gazdaságmatematikai módszereket. A hatékony beruházás számos feltételének mérlegelése, sorolása, variánsok készítése a „klasszikus” módszerekkel már nem végezhető el.

A programozási modell

A feladat részletességét meghatározó fogalmak

A vizsgálat területe: a KGM hat gyártási alágazata és hét (öntés, kovácsolás, forgácsmentes hidegalakítás, hegesztés, forgácsolás, szerelés és egyéb technológiai műveletek) technológiai ágazata.

A gyártási alágazatok jelölései, indexben: i

- $i = 1$ Gépek és gépi verendezések gyártása,
- $i = 2$ Közlekedési eszközök gyártása,
- $i = 3$ Villamosipari gépek és készülékek gyártása,
- $i = 4$ Híradás és vákuumtechnikai ipar,
- $i = 5$ Műszeripar,
- $i = 6$ Fémtömegcikkipar.

A gyártási alágazatok termékeit a technológiai eljárások különböző volumenű összetételével lehet előállítani, melyeket megfelelő számú változóval veszünk figyelembe. A termelés technológiai változatait tehát eltérő technológiai struktúrák adják. j index-szel jelöljük az egymástól eltérő technológiai struktúrákat.

Az adott gyártási alágazatban (i) a meghatározott technológiai struktúrát (j) a termelőberendezés főcsoportok valósítják meg. A termelőberendezés főcsoportokat jelölje a g index.

A tervidőszakok indexe: t . A $t = 0$ a bázisévet (1970), a további három index a következő öt éves időperiódusok utolsó éveit (1975, 1980, 1985) jelöli. Így a modellel egy meghatározott, hosszabb időt átfogó, több öt éves tervet értelmezünk és folyamatosan, időszakról-időszakra meghatározzuk a tevékenységek és a fejlesztések irányát és nagyságát.

A modell változói

A modellbe a következő változókat építettük be:

- termelési,
- külkereskedelmi,

- fejlesztési-,
- selejtezési-,
- többletkibocsátási-,
- speciális változókat.

Termelési változók

A termelési változókat az ötéves időszakok utolsó évére értelmeztük, tehát egy évi termelést reprezentálnak. A termelési változók jelölése: X_{ijt} , jelenti az i -edik gépipari gyártási alágazat termelését a j -edik technológiai struktúrával a t -edik időszakban.

Külkereskedelmi változók

Z_{irt} az i -edik gépipari alágazat importja az r -edik relációból a t -edik időben.
 U_{irt} az i -edik gépipari alágazat exportja az r -edik relációba a t -edik időben.
 $r = 1$ rubel, $r = 2$ dollár relációt jelent. Az r -indexet felhasználjuk a fejlesztési változónál is, azzal a bővítéssel, hogy $r = 3$ hazai beszerzésre utal.

Fejlesztési változók

A fejlesztési változó az ötéves tervidőszakok egésze alatt folyó fejlesztési tevékenységet (beruházás) jelenti.

y_{grt} a gyártási alágazatok g -edik termelőberendezés főcsoport bővítésének mértéke a t -edik időszak alatt az r -edik relációból.

Selejtezési változók

y_{gt} a g -edik termelőberendezés főcsoport t -edik időszakban végrehajtott selejtezését jelenti. Kezelhető selejtezési hányadosként (első tervperiódusban), de tényleges gépdarabszámot is kifejezhet.

Többletkibocsátási változó

S_t többletkibocsátási struktúra változója a t -edik időszakban. E változó megmutatja, hogy a rendelkezésre álló erőforrások teljes felhasználása mellett, a gépipar milyen mértékben képes az előírtnál többet kibocsátani.

Speciális változók

X_{gt} a t -edik tervidőszak utolsó évében a g -edik termelőberendezés fajta bázisévi és az időszak alatti bővítési-selejtezési mennyiségének összege, illetve különbsége. $X_{g0} = b_{g0}$ a gépállomány kiinduló adata.

A modell együtthatói

A gyártási alágazatok egymásközi termékfelhasználási kapcsolatait és ráfordítás igényeit függvénykapcsolatok fejezik ki. A változók — különböző feltételekben értelmezett — együtthatói a következők:

α_{ikt} a k -adik alágazat egységnyi termeléséhez az i -edik alágazatból szükséges termék mennyisége, a t -edik időszak utolsó évében, ha $i \neq k$.

- a_{ijgt} az i -edik alágazatban, a j -edik technológiai struktúrával az egységnyi termelés előállításához szükséges g -edik termelőberendezés főcsoport mennyisége a t -edik időszak utolsó évében.
- a_{ijpt} az erőforrások (indexük: p) ráfordítási együtthatói.
- A következő erőforrásokat vettük figyelembe:
- $p = 1$ az összes foglalkoztatottak száma,
 $p = 2$ gépi beruházási erőforrások,
 $p = 3$ a villamosenergia mennyisége.
- a_{gprt} az r -edik relációból beszerzett g -edik termelőberendezés főcsoport egységnyi mennyiségének a p -edik erőforrásból jelentkező többlet-igénye, vagy megtakarítása a t -edik időszak utolsó évében.
- a_{grt} az r -edik relációból beszerzett g -edik termelőberendezés főcsoport egységára a t -edik időszak utolsó évében.
- a_{ijrt} az i -edik gyártási alágazat j -edik technológiai struktúrájával végrehajtott termelés nem kompentitív import-ráfordítása az r -edik relációból a t -edik időszak utolsó évében.
- a_{irt} az i -edik gyártási alágazat termékegységéhez az r -edik relációból történő import beszerzések egységára a t -edik időszak utolsó évében.
- e_{irt} jelenti, az i -edik gyártási alágazat termékegységéből az r -edik relációba történő export egységárát a t -edik időszak utolsó évében.
- e_{grt} az r -edik relációból a t -edik időszakban beruházott g -edik gépfőcsoport egységének teljesítménynövekedése a bázisévhez viszonyítva.

A korlátvektor elemei

A korlátvektorban szereplő elemek definíciója a következő:

- b_{it} az i -edik alágazat kibocsátása a t -edik időszak utolsó évében. Tartalmazza a lakossági és közületi fogyasztást, a termelő felhasználását a gépipari alágazatok felhasználása nélkül, valamint a beruházási igényeket. (A készletváltozást nem vesszük figyelembe.)
- b_{pt} a p -edik erőforrás-fajta korlátja a t -edik időszak utolsó évében, $p = 2$ kivételével.
- b_{uirt} a termékexport felső korlátja, az i -edik alágazatból, az r -edik relációba, a t -edik időszak utolsó évében.
- b_{uirt} az előbbi alsó korlátja.
- b_{zirt} a termékimport felső korlátja, az i -edik alágazatba r -edik relációból, a t -edik időszak utolsó évében.
- b_{zirt} az előbbi alsó korlátja.
- b_{rt} a termelés devizaméreg egyenlegének korlátja az r -edik relációban a t -edik időszak utolsó évében.
- b_{2rt} az r -edik relációból beszerezhető gép-beruházási erőforrások korlátja a t -edik időszakban.
- E_{gt} Teljesítménynövekedési tényező. Minden évre kiszámítható az új berendezésekkel nem bővített g -edik berendezés főcsoportnak a teljesítménynövekedése az általános műszaki fejlődés következtében. Tehát a teljesítménynövekedési tényező halmozott érték, mivel a termelőberendezés főcsoport termelőkapacitásának korrekciói az ötéves terv-időszakban évről-évre módosulhatnak. A számítási eljárást később tárgyaljuk.
- A_{go} A g -edik termelőberendezés csoport átlagos életkora.

A modell feltételi rendszere

Az előbbiekből ismert, hogy számításainkat — az 1970-es báziséből kiindulva — ötéves tervidőszakokra bontva végezzük. Ezért a modell felépítésében az egyes ötéves időszakokat külön blokkban kezeltük és az időszakok közötti kapcsolatokat önálló blokkban írtuk fel.

Ez a szerkezet a szakirodalomból ismert kétszintű modellhez hasonló. Eltérés csupán az, hogy a különböző szektorokat az ötéves tervidőszakok, a központi feltételeket pedig az intertemporális feltételek helyettesítik. Az intertemporális feltételek kapcsolják össze az önállóan is kezelhető tervidőszakokra felírt összefüggéseket (részmodelleket). Tehát az intertemporális feltételek töltik be az egymás után következő ötéves tervek központi szabályozásának, összehangolásának szerepét.

A termékkibocsátási feltételek

Valamennyi gyártási alágazatra és minden ötéves tervidőszak utolsó évére előírtuk, hogy az alágazati termelés és a helyettesítő import fedezze a kibocsátást, az export igényeket, valamint az alágazatok belső — termelési célú — felhasználásait.

$$\sum_{j=1}^n X_{ijt} + \sum_{r=1}^2 Z_{irt} - \sum_{r=1}^2 U_{irt} - \sum_{\substack{i \neq k \\ k=1}}^6 \sum_{j=1}^n a_{ikt} X_{ijt} = b_{it} \quad (i = 1 \dots 6; t = 1, 2, 3)$$

Ha a b_{it} -re (a kibocsátásra) a hosszú távú tervezési bizottságok által kidolgozott értékek közül a minimálisat előírjuk, ebben az esetben bevezetve az S_t többletkibocsátási struktúra változót az előbbi mérleg:

$$\sum_{j=1}^n X_{ijt} + \sum_{r=1}^2 Z_{irt} - \sum_{r=1}^2 U_{irt} - \sum_{\substack{i \neq k \\ k=1}}^6 \sum_{j=1}^n a_{ikt} X_{ijt} - S_t = b_{it} \quad (i = 1 \dots 6; t = 1, 2, 3)$$

alakban felírva vizsgálható az adott összetételű többletkibocsátás.

A külkereskedelmi korlátozó feltételek

Abból a megfontolásból kiindulva, hogy a számítások során az import és export nagysága ne lépje túl a külkereskedelmi megállapodásokban lefektetett felső határokat, lehetőségeket, a külkereskedelmi változókat külön-külön korlátoztuk:

$$\check{b}_{zirt} \leq Z_{irt} \leq \hat{b}_{zirt} \quad (i = 1, \dots, 6; r = 1, 2; t = 1, 2, 3).$$

$$\check{b}_{uirt} \leq U_{irt} \leq \hat{b}_{uirt}$$

A gépipar deviza egyenlegére kötelezően előírjuk az alábbiakat:

$$\sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^n a_{ijrt} X_{ijt} + \sum_{i=1}^6 a_{irt} Z_{irt} - \sum_{i=1}^6 e_{irt} U_{irt} = b_{rt} \quad (r = 1, 2; t = 1, 2, 3).$$

Az erőforrások feltételi egyenletei

Az alágazatok termelésünkhöz csak annyi erőforrást vehetnek igénybe, amennyit a népgazdasági tervek maximálisan engedélyeznek.

$$\sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^n a_{ijpt} \cdot X_{ijt} + \sum_{g=1}^{19} \sum_{r=1}^3 a_{grpt} \cdot Y_{grt} \leq b_{pt} \quad (p = 1, 3; \quad t = 1, 2, 3).$$

A gépi beruházások relációnkénti felhasználásainak korlátozó egyenlete:

$$\sum_{g=1}^{21} a_{grt} \cdot Y_{grt} \leq b_{2rt} \quad (r = 1, 2, 3; \quad t = 1, 2, 3).$$

A termelőberendezések bővítési feltételei

Az alágazatokhoz tartozó termékek — így az előgyártmányok is — értelmezésünk szerint különböző eljárásstruktúrákkal, különböző gépcsoportokon állíthatók elő. E struktúrákhoz tartozó technológiai eljárások kapacitásait, a termelőberendezés felhasználási mennyiségeit gépipari szinten korlátoztuk. Ebből következik, hogy az alágazatokban az egyes eljárások termelőberendezés felhasználása olyan mértékű lehet, amilyen az optimális megoldás szempontjából szükséges. A termelőberendezések felhasználásának korlátját együttesen meghatározza a rendelkezésre álló bázisévi kapacitás és a kapacitásbővítési lehetőségek.

Kiindulunk tehát a tervidőszak kezdetén ($t = 0$; 1970) meglévő gépállományból, a $b_{g(t-1)} = b_{g0}$ -ból. Feltétel, hogy a t -edik periódus utolsó évében a g -edik termelőberendezési főcsoportban az összes felhasználás ne haladja meg az üdülő és a tervidőszak alatt fejlesztett gépállomány összegét. Mivel a g -edik termelőberendezés kapacitása a t -edik periódusban a y_{grt} változó értelmezése szerint

$$X_{gt} = b_{g(t-1)} + \sum_{r=1}^3 e_{grt} \cdot y_{grt} \quad (t = 1, 2, 3; \quad g = 1, \dots, 19).$$

Ennek felhasználásával a feltétel a tervperiódus végén

$$\sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^n a_{ijgt} \cdot X_{ijt} = b_{gt-1} + \sum_{r=1}^3 e_{grt} \cdot y_{grt} \quad (t = 1, 2, 3; \quad g = 1, \dots, 19)$$

alakban írható fel abban az esetben, ha a tervidőszak folyamán a termelőberendezések közül egyet sem selejteznénk és egyéb befolyósoló tényezők hatását sem vennénk figyelembe.

Az e_{grt} számításánál a bázisévi ($t = 0$) átlagos életkorú gépeket tekintettük egységnyi műszaki teljesítőképességűeknek, és statisztikai módszerekkel olyan műszaki teljesítmény indexeket határoztunk meg, amelyek a tervidőszak új beszerzésű berendezéseinek műszaki teljesítőképesség-változását (növekedését) fejezik ki a bázisévi átlagos életkorú gépek műszaki teljesítőképességéhez viszonyítva. Tehát

$$e_{grt} \geq 1\text{-nél, mivel } e_{g0} = 1.$$

A fizikai elhasználódás és az erkölcsi avulás miatt selejtezni is kell. Ezenkívül biztosítani kívántuk, hogy a tervidőszakok alatt a termelőberendezés főcsoport-

tok átlagos életkora ne növekedjék a bázisévi átlagos életkorokhoz viszonyítva. Az átlagos életkort két tényező határozza meg: a selejtezés mértéke és az új beszerzésű gépek száma. Mint korábbiakban láttuk, a selejtezés mértéke modellünk egyik változója. Az új beszerzésű gépek számát részben a termelési volumen kielégítése, a legkedvezőbb technológiai struktúra, továbbá a selejtezés mértéke határozza meg. Ezenkívül befolyásolja az a követelményünk is, hogy a termelőberendezések átlagos életkora ne növekedjék.

A termelőberendezés selejtezés meghatározása

Induljunk ki az első tervidőszak kezdeti termelőberendezés állományból $X_{go} = b_{go}$ -ból. Kiszámítható az az állomány, amely akkor jön létre, ha a különböző tényezők hatásait is figyelembe vesszük. Ezek E_{gt} -vel adottak, ezért az induló hasznosítható gépállomány kapacitása: $b_{go} + E_{gt}$ lesz.

A teljesítménynövekedési változó bevezetésével tehát lényegében áttértünk egy „fiktív” gépállományra. Ez azért szükséges, mert a technológiai koefficienseket az egyes tervidőszakokban csak az E_{gt} hatásoktól függetlenül tudjuk kezelni, tehát a korlátvektorban az E_{gt} korrekcióval (fiktív gépállománnyal) biztosítjuk, hogy a ráfordításoknak a műszaki-szervezési intézkedések következtében bekövetkező változása figyelembe legyen véve. Továbbiakban ezen fiktív gépállománnyal számolunk, feltételezve, hogy a fiktív gépállomány átlagos életkora megegyezik a tényleges gépállomány életkorával.

Ismert a meglévő g -edik termelőberendezés főcsoport átlagos életkora minden tervperiódusban:

időpont	$t = 0$	$t = 1$	$t = 2$	$t = 3$
átlagos életkor	A_{go}	$A_{g1} = A_{go} + 5$	$A_{g2} = A_{go} + 10$	$A_{g3} = A_{go} + 15$

Az első tervidőszakban fejlesztett gépdarabszám: y_{gr1} , ennek átlagos életkora az első tervidőszak végén 2,5 év. Így felírható a g -edik termelőberendezés induló állományának átlagos életkora az első tervidőszak végén, illetve a második tervidőszak elején, ha nincs selejtezés:

$$A_{go} = A_{g1} = \frac{(b_{go} + E_{g1})(A_{go} + 5) + y_{gr1} \cdot 2,5}{b_{go} + E_{g1} + y_{gr1}}$$

Írjuk elő az átlagos életkor változatlanságát: $A_{go} = A_{g1}$. Ekkor tehát

$$A_{go}(b_{go} + E_{g1} + y_{gr1}) = (b_{go} + E_{g1})(A_{go} + 5) + y_{gr1} \cdot 2,5 \text{ és}$$

$$y_{gr1} = \frac{5}{A_{go} - 2,5} (b_{go} + E_{g1}).$$

Az átlagos életkor adott szinten tartását természetesen a selejtezés mértéke is befolyásolja, ugyanis a selejtezéssel a meglévő gépállomány darabszáma csökken, tehát a változatlan életkor biztosításához kisebb bővítés is elegendő.

Ezért meg kell határozni a λ_{g1} selejtezési hányadot, mely az előbbi egyenlőség teljesülését az időszakra megadott b_{21} gépi beruházási keretek mellett lehetővé teszi.

Ha λ_{g1} az első tervidőszak selejtezési hányada, akkor $(1 - \lambda_{g1})$ lesz a megmaradó berendezések mennyisége, ezért az első tervidőszak termelőberendezés bővítésére vonatkozó előírásunk:

$$y_{gr1} = \frac{5}{A_{go} - 2,5} (1 - \lambda_{g1}) (b_{go} + E_{g1}).$$

Ezzel a feltétellel a termelőberendezés átlagos életkora az első tervidőszak végén változatlan.²

Az előbbi gondolatmenet alapján a második tervidőszakban a selejtezést is figyelembe véve felírható:

$$y_{gr2} = (1 - \lambda_{g2}) \frac{5[(1 - \lambda_1) (b_{go} + E_{g1}) + y_{gr1} + E_{g2}]}{A_{go} - 2,5}$$

Ezzel kvadratikus függvényt kapunk és a modell kezelése nehézkessé válik. Ezért célszerű a második tervidőszakban nem λ_{g2} selejtezési hányadot, hanem azt a gépdarabszámot meghatározni, amellyel az első tervidőszakban meglévő gépállományt csökkenteni kell annak érdekében, hogy az átlagos gépéletkor változatlan maradjon.

Tehát a λ_{g2} jelentse a második tervidőszak folyamán kiselejtezett gépek számát, akkor felírható:

$$y_{gr2} = \frac{5[(1 - \lambda_{g1}) (b_{go} + E_{g1}) + y_{gr1} + E_{g2}]}{A_{go} - 2,5} - \lambda_{g2}$$

Ez alapján a harmadik tervperiódus végén az induló gépállomány:

$$X_{g2} = \frac{5[(1 - \lambda_{g1}) (b_{go} + E_{g1}) + Y_{g2}]}{A_{go} - 2,5} - \lambda_{g2} + Y_{gr2} + E_{g3}$$

Az életkor változatlanságát a harmadik tervperiódusban is feltételezzük. A selejtezést is figyelembe véve és a λ_{g3} -at ugyanúgy értelmezve, mint a λ_{g2} -t, felírható:

$$Y_{gr3} = \frac{5 \cdot X_{g2}}{A_{go} - 2,5} - \lambda_{g3}$$

azaz

$$Y_{gr3} = \frac{25(1 - \lambda_{g1})(b_{go} + E_{g1}) + Y_{gr1} + E_{g2} + 5(Y_{gr2} + E_{g3} - \lambda_{g2})(A_{go} - 2,5)}{(A_{go} - 2,5)^2} - \lambda_{g3}.$$

E sajátosság figyelembevétele egyben kapcsolatokat létesít a tervperiódusok között. Ugyanis a megelőző tervperiódus végén a selejtezésekkel csökkentett és a tervperiódus alatt fejlesztett kapacitások állnak rendelkezésre a következő tervperiódus kezdetén.

² Természetesen A_{go} és A_{g1} átlagos életkorok között nemcsak egyenlőség, hanem más reláció is előírható. Pl. bevezetve egy arányossági faktort, mely 0,1—1,0 között veheti fel értékeit így a selejtezés üteme időszakonként változtatható. Másik megoldás, hogy az egyenlőség helyett nagyobb egyenlőség relációt írunk elő, azaz megengedjük, hogy az átlagos életkor csökkenjen.

Az előbbieken a λ_{gt} -t az első tervperiódusban, mint hányadost, a másodikban és a harmadik tervperiódusban, mint darabszámot értelmeztük. Kiszámíthatjuk, illetve levezethetjük a λ_{gt} -t abban az esetben is, ha az valamennyi tervperiódusban azt a gépdarabszámot jelenti, amellyel a tervidőszakban a meglévő gépállományt csökkenteni kell annak érdekében, hogy az átlagos gépéletkor változatlan maradjon.

A változók nem negativitási feltételei

A változókra értelemszerűen elő kell írni az alábbiakat:

$$X_{ijt}, U_{irt}, Z_{irt}, Y_{grt}, S_t, X_{gt}, \lambda_{gt} \geq 0$$

minden i, j, r, g és t -re, amelyikre e változókat értelmeztük.

A teljesítmény növekedés (E_{gt}) számítása

Mint korábban említettük E_{gt} -ben összesített hatásokat veszünk figyelembe. Kiindulunk a tervévek változatlan üzemórájából, melyet a bázis évi üzemórák és a becült termelésváltozási index segítségével minden gépcsoportra kiszámítunk. A tervévi változatlan üzemóra azt az üzemóra mennyiséget jelenti, ami szükséges lenne a tervévi termeléshez bázisévi termelékenységi szinten. A tervévi változatlan üzemórát több tényezővel korrigáltuk. Ezek:

- a kézi munka gépesítésének hatása, amely növeli a tervévi változatlan üzemórát. A gépesített kézi munkaórák gépi megfelelője szakirodalmi adatok alapján jól meghatározható;
- a veszteségidő csökkentésének hatására megváltozó tervévi üzemóra, amely csökkenti a termékek gépigényét. Itt lényegében a műszaki, szervezési és adminisztratív intézkedések várható hatásait vettük figyelembe statisztikai adatok alapján;
- üzemszervezési intézkedések hatása a tervévi üzemórára. A gyártás-szervezési (szakosítási és koncentrálsai) intézkedések szintén csökkentik a termelés gépigényét, amelyeket a vállalatok beszámolóinak átlagos trendértékéből számszerűsítünk;
- termelőberendezések pótlólagos korszerűsítésének hatása a tervévi üzemórára, amely ismét csökkenti a termelés gépigényét.

A fenti tényezők figyelembevételével lényegében egy megnövekedett „fiktív” gépdarabszámhoz jutottunk el, amit összesítve E_{gt} teljesítmény növekedési korrekcióként modellünkbe építettünk.

A modell célfüggvényei

A célfüggvényeket úgy értelmezzük, hogy azok átfogják a teljes tervezési időszakot.

A KGM termelőberendezés állományát a hosszú távú tervezés időszakában úgy kell fejleszteni, hogy:

- a gépállomány termelékenysége maximális legyen, vagy
- a fejlesztés minimális beruházással végrehajtható legyen.

A két célkitűzés önálló célfüggvényekben leírható. Az első cél megfogalmazásánál figyelembe vettük, hogy a gépipar távlati fejlesztési koncepciója szerint a termelés növekedésének csak egy kisebbik része — legfeljebb 10%-a oldható

meg létszámnöveléssel és a nagyobbik részt — legalább 90 %-ot termelékenységgel növelésből kell fedezni. E koncepció a modellben úgy fogalmazható meg, mint a munkaerőráfordítás minimalizálása.

A két célfüggvény az alábbi formában írható fel:

$$\sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^3 a_{ij1t} X_{ijt} + \sum_{g=1}^{19} \sum_{r=1}^3 \sum_{t=1}^3 a_{g1rt} Y_{grt} \rightarrow \min!$$

$$\sum_{g=1}^{19} \sum_{r=1}^3 \sum_{t=1}^3 a_{grt} \cdot Y_{grt} \rightarrow \min!$$

A két célfüggvény együttes vizsgálatát is célszerű végrehajtani. Ugyanis a két célfüggvény alkalmas arra, hogy parametrikus programozással meghatározzuk azokat a karakterisztikus pontokat, ahol az együttes célfüggvény struktúrában változások állnak be. Így mód nyílik arra, hogy az egyes struktúra intervallumokban meghatározzuk a beruházási ráfordítás csökkenéséhez tartozó létszámváltozást. Ezzel lényegében a modell keretei között efficiens programok esetében vizsgáljuk a fenti két tényező határhatékonyságát.

Vezessük be a μ paramétert, mely $0 \leq \mu \leq 1$ értékeket vehet fel. A paraméteres célfüggvény alakja a következő:

$$\mu \left\{ \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^3 a_{ij1t} X_{ijt} + \sum_{g=1}^{19} \sum_{r=1}^3 \sum_{t=1}^3 a_{g1rt} Y_{grt} \right\} +$$

$$+ (1 - \mu) \left\{ \sum_{g=1}^{19} \sum_{r=1}^3 \sum_{t=1}^3 a_{grt} Y_{grt} \right\} \rightarrow \min \quad (0 \geq \mu \leq 1).$$

(Beérkezett: 1974. szeptember 5.)

IRODALOMJEGYZÉK

1. BOD PÉTER: A népgazdaság hosszú távú (15—20 éves) tervezése egy lehetséges matematikai modelljéről. (Szigma, 1969. II. évf. 1. szám).
2. DÁNIEL Zs.—JÓNÁS A.—KORNAI J.—MARTOS B.: Tervszondázás. Tizenöt éves pályák szimulációja. (Első jelentés: 1972. április. OT. Tervgazdasági Intézet).
3. AUGUSTINOVICS MÁRIA: Matematikai-közgazdasági modellek alkalmazása a népgazdasági tervezésben Magyarországon. (A Tervezés hatékonyságának kérdései c. tudományos ülészak főreferátuma).
4. KORNAI JÁNOS: A gazdasági szerkezet matematikai tervezése. Bp. 1967. Közgazdasági és Jogi Kiadó.
5. KORNAI JÁNOS: Gondolatok a többszintű tervezési rendszerekről. Közgazdasági Szemle. 1971/9. sz.
6. ÚJLAKI ZSUZSA: Hosszú távú többperiódusos összevont (B_2) programozási modell, Szigma, 1969. 4. szám.
7. Gépipari Technológiai Intézet: A KGM gépipari termelőberendezés állomány és struktúra tervezése. Metodika. (Munkaszám: M-00—612)
8. Gépipari Technológiai Intézet: Optimális technológiai struktúra a gépiparban. (Munkaszám: M-00—576).
9. Gépipari Technológiai Intézet: Számítások a gépipari hosszú távú tervezéshez. (Munkaszám: M-00—292).
10. OT. Ipari Főcsoport: A gépipar hosszú távú fejlesztésének főbb elgondolásai az 1971—1985. évekre.
11. OMF. A hazai gépipar technológiája fejlesztésének főbb irányai. (Munkaközi anyag: 4—605 sz.).

12. FILEP GYÖRGY: A gépipari tárcamodell leírása és a számítások elemzése. Népgazdasági programozás (1966—70) 25. Tájékoztató. Budapest, 1967. Országos Tervhivatal és MTA. Számítástechnikai Központ.
13. FILEP GYÖRGY—PÁSZTOR FERENC: A KGM gépipari termelőberendezés állomány és struktúra tervezése. Kutatási jelentés. Gépipari Technológiai Intézet 1972.

LONG-TERM PLANNING OF STOCKS AND THE COMPOSITION OF EQUIPMENT FOR MACHINE PRODUCTION

The paper explains a multiperiod linear programming model, which has been used in the planning practice. The model gives an appropriate method for preventing uneconomic use of old equipment and for the required scrapping and installation, so as to keep the average age of the machinery below a predetermined minimum level. This enables the complex long-run study of the effects of technological progress.

Although the model was designed originally for long-term planning in the engineering industry, the methodology can be extended to the study of similar problems in other industries.

ДОЛГОСРОЧНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ПАРКА И СТРУКТУРЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

В работе освещается применяемая на практике модель линейного программирования, рассчитанная на несколько периодов. Модель дает подходящий метод для предупреждения нежелательного устаревания производственного оборудования и осуществления желательной выбраковки и развития его с обеспечением заранее определенного минимального срока жизни машин. Тем самым модель обеспечивает комплексное долгосрочное исследование влияния технического развития.

Хотя модель первоначально строилась для нужд обоснования долгосрочного планирования в машиностроении, применяемая в ней методика пригодна для исследования сходных проблем и в других отраслях.