

## A mezőgazdasági vállalatok fejlesztésének lineáris-dinamikus modellje<sup>1</sup>

A korszerű matematikai tervezési módszereket mind szélesebb körben használják a mezőgazdasági vállalatok különböző döntési problémáinak megoldására. Az elmúlt néhány évben már viszonylag jelentős számú mezőgazdasági vállalat használta fel a lineáris programozás módszerét távlati terveinek kialakításában.<sup>2</sup> A matematikai módszerek számos olyan terv alapját képezték, amelyek a gyakorlati megvalósításban is sikeresnek bizonyultak. A lineáris programozás nagyobb mértékű felhasználásával együtt világossá vált az is, hogy e módszer alkalmazása ugyan hatalmas előrelépés a korábbi tervezési gyakorlathoz képest, ugyanakkor ez az eljárás sem képes a valóságot jelentős egyszerűsítések nélkül megragadni.

A lineáris programozás módszerével számított vállalati terveket ért bírálatok jelentős része a *módszer statikus jellegére* vezethető vissza. Kétségtelen, hogy a lineáris programozás statikus jellegű módszer. Segítségével kiszámítható a célként kitűzhető gazdálkodási program, azonban semmilyen információt nem kapunk a célhoz vezető útról, a cél megvalósításának optimális időbeli ütemezéséről. Amennyiben rövidebb távú számításokat végzünk, a statikus jelleg általában nem okoz különösebb problémát. Ha viszont hosszabb távra — pl. 5 évre — kívánunk tervet kidolgozni, az idő elhanyagolása már lényegesen nagyobb egyszerűsítés.

Általában elmondható, hogy az *idő-tényező a mezőgazdaságban a termelés más területeihez képest különleges jelentőséggel bír*. A mezőgazdasági termelésben a termelési periódusok viszonylag hosszúak, általában meghaladják az egy évet, sőt nem egyszer több évet tesznek ki. A termelésben léteznek kritikus időszakok, amelyekben belül bizonyos munkaműveleteket feltétlenül el kell végezni. A már egyszer megkezdett termelési folyamat gyakorlatilag csak az összes korábban eszközölt ráfordítás elvesztésével állítható át más irányba. A termelés természeti-technológiai sajátosságaiból eredő fenti jellemvonások mellett mindenekelőtt a pénzügyi és beruházási kérdések igénylik az idő valamilyen módon történő figyelembe vételét. A statikus vállalatfejlesztési modellek egyik nagy hiányossága a pénzügyi döntések viszonylag nagymértékű leegyszerűsítése. Ezen egyszerűsítésekre éppen a statikus jelleg miatt van szükség, hiszen a cél-évre készített modellekben a hitelgazdálkodás és a fejlesztés kifejezetten dinamikus problémáit csak igen összevontan lehet kezelni.

<sup>1</sup> A tanulmány anyagát a szerző előadta a KGST országok közötti tudományos együttműködés keretében „Az időtényező kezelése a mezőgazdasági tervezési modellekben” címmel rendezett nemzetközi konferencián. (Razdejovice, Lengyelország, 1974. április 29—május 5.)

<sup>2</sup> A komplex mezőgazdasági vállalati tervek lineáris programozási modellje e folyóiratban is megjelent [5], [6].

A *dinamikus programozás* lehetővé teszi a jelenségek dinamikus jellegének megragadását. Néhány esetben már kísérletet tettek e módszer mezőgazdasági alkalmazására is. Eredményesen használták e programozási ágat különböző kisebb vállalati részproblémák megoldásában, mindenekelőtt olyan területeken, ahol a dinamikus jelleg alapvető fontosságú. Így a dinamikus programozást alkalmazták már a mezőgazdasági gépek cseréjére, felújítására vonatkozó döntés megalapozásában [7], [11]. Hasonlóképpen sor került a tehén és a tojó-állomány optimális lecserélési programjának, valamint az ültetvény-pótlási terveknek dinamikus programozással való meghatározására is. Mindenekelőtt számítástechnikai nehézségek miatt azonban a dinamikus programozás módszerét jelenleg még komplex vállalati tervek készítésére nem tudjuk felhasználni.

Mivel a nagyobb méretű dinamikus programozási modellek számítástechnikai kérdései megoldatlanok, a *lineáris programozás keretein belül kell keresnünk a lehetőséget dinamikus jellegű tervek készítésére*. A lineáris programozási modellek alkalmassá tehetők az időtényező figyelembevételére. Ez esetben természetesen a dinamikus folyamatok modellezésének csak közelítő megoldásáról lehet szó, amikor a lineáris programozási modellt annyi blokkból építjük fel, ahány időszakra a kérdéses fejlesztési periódust tagolni kívánjuk. Hasonlóan a hazai törekvésekhez, más országokban is elsősorban az ún. kvázidinamikus modellek segítségével próbálják megoldani az idő figyelembevételét a mezőgazdasági vállalati modellekben.<sup>3</sup> Az alábbiakban, támaszkodva a témával kapcsolatos kutatási eredményekre, egy *olyan lineáris-dinamikus modellt írunk le, amely lehetővé teszi komplex fejlesztési programok kiszámítását gazdaságaink számára*.

## 1. A modell felépítésének néhány alapkérdése

A lineáris-dinamikus modellek általános jellemzője a dinamikus folyamatok modellezésének közelítő megoldása. E közös vonás mellett e modellek alkalmazásának többféle konkrét megoldása képzelhető el attól függően, hogyan foglalkunk állást a dinamikus modellekre jellemző — zömében az időtényező kezelésével összefüggő — néhány alapvető kérdésben.

Az egyik ilyen kérdés a *tervezési horizont és azon belül a periódusok hosszúságának megválasztása*. Azt, hogy milyen legyen a dinamikus modell által átfogott időszak hosszúsága, mindenekelőtt a műszaki-technikai fejlődés üteme, a gaz-

<sup>3</sup> A *szocialista országokban* általában a vizsgálódások középpontjában a mezőgazdaság népgazdasági tervezési problémáinak matematikai megoldása áll. A lineáris-dinamikus modellekkel kapcsolatos kutatómunka is elsősorban népgazdasági tervezési célú. *Kubas, P.* és munkatársai 1969-ben megjelent könyvükben [9] ismertették egy egyszerű vállalati lineáris-dinamikus modellt. A vállalati modellek dinamizálása területén elsősorban a csehszlovák (*Kundrat, J.* [10]), a szovjet és a német (*Badewitz, S.* [2]) eredmények a figyelemre méltóak.

A *tőkés országokban* a vállalati modellek dinamizálásával, a lineáris-dinamikus modellek segítségével mindenekelőtt a gazdaságpolitikai döntések jobb megalapozását igyekeznek szolgálni. Az egész vállalatot átfogó kvázi-dinamikus modellek szerkesztése tehát nem elsősorban vállalati tervezési célokat szolgál. E modellek segítségével vizsgálják a különböző típusú gazdaságok növekedésének jellemzőit és igyekeznek arra a kérdésre választ kapni, hogy milyen feltételek mellett lenne a vállalati növekedés üteme a kívánatos. Az ilyen kutatások közül különösen érdekes *Heidhues, T.* [8], *Cocks, K. D.* és *Carter, H. O.* [4], valamint *Boehlje, M. D.* és *White, T. K.* [3] munkája.

dasági szabályozók jelentősebb mértékű változásának gyakorisága, valamint a termelés legfontosabb tényezőinek avulási ciklus-ideje befolyásolja. Igen fontos tényező, hogy az említett területekre milyen időtartamra készíthetők megbízható előrejelzések, szerezhetőek be információk. Feltétlenül igazodni kell a vállalati modelleknek a népgazdasági és a területi tervek időhorizontjához is. Az említett tényezők következetes végiggondolása egyértelműen bizonyítja, hogy a mezőgazdaságban az 5 éves időszak tekinthető a leghosszabb olyan periódusnak, *amelyre még viszonylag részletes és konkrét gazdasági program készíthető*. Az 5 évnél hosszabb időszakot felölelő terv viszont a változások és a fejlődés előrejelzésének nehézségei miatt inkább csak *prognózis*nak tekinthető. Figyelembe véve a népgazdasági tervezés rendszerét és a többi említett tényezőt, ez azt jelenti, hogy a *lineáris-dinamikus modellek legcélszerűbb időhorizontja az 5 év*, tehát egy *középtávú vállalati terv időszaka*. Természetesen elvileg a lineáris-dinamikus programozás hosszútávú tervek készítésére is felhasználható. Ez esetben azonban a *középtávú tervtől minőségileg eltérő feladat* megoldásáról van szó. Mivel a hosszútávú terv minőségileg és tartalmilag eltér a középtávú tervektől, kidolgozása is más módszereket igényel. Ennek megfelelően a *hosszútávot átfogó lineáris-dinamikus modelleknek is alapvetően különbözniök kell a középtávú modellek megoldásaitól*.

A továbbiakban a lineáris-dinamikus modellek két lehetséges alaptípusa közül a gyakorlati munka szempontjából fontosabb középtávú, tehát 5 évet átfogó változattal foglalkozunk. E modell belső tagolására többféle lehetőség kínálkozik. Figyelembe véve a gyakorlati tervezés menetét, a különböző termékek előállításai folyamatainak hosszát, valamint a modellek méretével kapcsolatos kívánalmakat, az *éves tördelés* látszik a legcélszerűbbnek.

A második alapkérdés az *időtényező közelítő figyelembevételének módjával kapcsolatos*. Az egyik lehetőség az ún. rekurzív programozás,<sup>4</sup> amikor külön modelleket építünk fel a fejlesztés minden egyes időszakára. Ez esetben tehát annyi elemből álló modell-sorozatot készítünk, ahány időszakra a fejlesztési periódust tagolni kívánjuk. Az első lépés az első időszakra vonatkozó modell megoldása, majd ennek eredményeit felhasználva számítjuk ki a második modellt. Ez a folyamat folytatódik egészen az utolsó időszakra vonatkozó modell megoldásáig. A rekurzív programozás esetében a fejlesztés programja az időszakonkénti optimumok sorozatából tevődik össze, amelyek ugyan kétségtelenül egymásra épülnek, mégis egymástól függetlenek.

A másik út az időszakok számának megfelelő számú blokkból álló *szimultán modell* megkonstruálása. Ekkor egy olyan lineáris programozási modellel van dolgunk, amelyben külön feltételrendszerek szolgálgják az egyes időszakokra vonatkozó összefüggések, kapcsolatok figyelembevételét, azonban ezek az időszakok közvetlenül kapcsolódnak egymáshoz. Az optimális fejlesztési programot az időszakok együttesére, egyszerre számítjuk ki, vagyis az egyes időszakokra vonatkozó eredmények a fejlesztés egész folyamatát tekintve optimálisak és nem feltétlenül egyeznek meg az időszakonkénti számítások optimaival.

Mindkét megoldásnak van előnyös és hátrányos oldala. A szimultán modell általánosan viszonylag nagyméretű lineáris programozási feladat, amelynek megoldása a mai számítástechnikai lehetőségek között rendszerint nehézkes és költséges. A rekurzív programozással számított időszakonkénti optimumok

<sup>4</sup> Ilyen jellegű modellt ír le *Heidhues, T.* [8] és *Kundrat, J.* [10].

viszont együttesen nem biztos, hogy a fejlesztés optimális változatával egyenlők. Mindent összevetve a szimultán modell gyakorlati alkalmazása látszik célszerűbbnek. A komplexségből, a fejlesztés egészét átfogó optimalizálásból eredő előnyök ugyanis, úgy véljük, kompenzálják a már említett számítástechnikai nehézségeket.

A fejlesztési terv lineáris-dinamikus modelljének módszertani kiindulópontjai a már eredményesen alkalmazott statikus vállalatfejlesztési modellek lehetnek. A kvázidinamikus modell egyes időszakokra vonatkozó blokkjai belső struktúrájukban a statikus modellek jellemvonásait viselik magukon. Ezért a lineáris-dinamikus modell felépítésének fontos kérdése a *statikus modell-részek felépítési elveinek a meghatározása*.

A valóság összefüggéseit a statikus modellek közül viszonylag legpontosabban az *erőforrás-felhasználás és a termelésszerkezet együttes optimalizálására alkalmas modell ragadja meg*.<sup>5</sup> E modellben lehetőség van a termelési struktúra és az erőforrás-felhasználás és szükséglet döntési problémáinak összekapcsolására és együttes megoldására. Az egyes erőforrások időszerű hasznosítása miatt az ilyen modelleket rövidebb időszakokra kell felbontani. Amennyiben tehát a lineáris-dinamikus modell egyes blokkjait e modellszerkesztési elv szerint építjük fel, úgy a dinamikus jelleg fokozottabban érvényesül.

Természetesen ezt a modellszerkesztési módot a többperiódusú modell sajátos körülményeihez alkalmazkodva lehetséges csak felhasználni. A termelési szerkezet és az erőforrások komplex optimalizálására alkalmas lineáris programozási modellek mérete meglehetősen nagy. Nyilvánvalóan a dinamizálásra való törekvés miatt amúgyis hatalmasra duzzadt modellel kapcsolatos számítástechnikai problémákat ez a tény csak tovább fokozza. Ilyen körülmények között tehát semmiképpen sem lehetnek az egyes évekre vonatkozó modellrészek olyan részletezőek, mint a cél-időszakra konstruált statikus modellek, a statikus modellek megoldásai csak módosított formában alkalmazhatók.

## 2. A változók

A lineáris-dinamikus fejlesztési modellben a változók két típusa szerepel. A modell változóinak jó része *időszakonként*<sup>6</sup> kerül megadásra, szimbolizálva valamely év egy lehetséges gazdasági tevékenységét. Emellett szükség lehet olyan változókra, amelyek az *időszakok összességére*, tehát a terv egészére vonatkoznak.

Az egyes éveken belül az alábbi típusú változók szerepeltetésére lehet szükség:

1. *Termelési változók*, amelyek a növénytermelés, állattenyésztés és a feldolgozó, valamint kiegészítő tevékenységek lehetséges irányait fejezik ki valamely évben.
2. *Kereskedelmi változók*, amelyek az értékesítés és a beszerzés különböző irányainak felelnek meg.
3. *Erőforrás-felhasználási (technológiai) változók*, évenként, esetleg az éveken belül rövidebb időszakok szerint is bontva adják meg a különböző erőforrások felhasználási területeit.

<sup>5</sup> Lásd ezzel kapcsolatban a [6] alatti tanulmányt.

<sup>6</sup> Középtávú, ötéves terv esetén a modellt éveknél megfelelő, tehát összesen öt blokkra célszerű bontani.

4. *Erőforrás-szükségleti és beruházási változók*, amelyek valamilyen erőforrásból szükséges, illetve rendelkezésre álló kapacitás nagyságát mutatják évenként.

5. *Finanszírozási változók*, amelyek a gazdaság különböző lehetséges pénzügyi műveleteit szimbolizálják évenként, valamint lehetővé teszik az eredmények továbbvitelét egyik évről a másikra.<sup>7</sup>

6. *Egyéb változók*, amelyek alkalmazását mindenekelőtt számítástechnikai okok vagy speciális gazdasági körülmények tehetik szükségessé.

A *fejlesztés egészére vonatkozó változók* az előzőekben említett bármelyik típusúak lehetnek, mindenekelőtt azonban pénzügyi jellegűek; összegező szerepet töltenek be és az alapvető gazdasági célok modellezésével kapcsolatosak. Így változóval szimbolizálhatjuk az összes nyereség vagy termelési érték tömegét stb.

*Jelöljük* modellünkben a termelési változókat  $x$ -szel, a kereskedelmi változókat  $y$ -nal, az erőforrás-felhasználási változókat  $u$ -val, az erőforrás-szükségleti-beruházási változókat  $v$ -vel, a pénzügyi változókat  $z$ -vel, míg az egyéb változókat  $e$ -vel. Ezen változók tehát évenként kerülnek megadásra, amit a felső indexként alkalmazott jelöléssel fejezünk ki:  $x_i^{(t)}$  = az  $i$ -edik termelési tevékenység volumene a  $t$ -edik évben. Az időszakhoz nem kötött, tehát a terv egészére vonatkozó változók szimbólumaként használjuk az  $X$ -et.

### 3. A korlátozó feltételek rendszere

A lineáris-dinamikus modellben a korlátozó feltételek évek szerint tagolódnak, az egyes évek közötti kapcsolatokat főként a speciális változók teremtik meg. Szerepelnek azonban a modellben több évet, vagy a terv egészét átfogó összefüggések is.

#### 3.1. Az anyagi-technikai<sup>8</sup> erőforrásokkal kapcsolatos korlátozó feltételek

A rendelkezésre álló anyagi-technikai erőforrások, ezek felhasználása a fejlesztés egész, illetve évenkénti programja szempontjából egyaránt alapvető jelentőségű. A modell alapkoncepciójának megfelelően a fejlesztés programjának olyan optimalizálására kell törekednünk, amely a vállalati nyereség maximumára törekvés mellett az ésszerű és hatékony erőforrás-felhasználásra is lehetőséget nyújt. Az anyagi-technikai erőforrások felhasználásával kapcsolatos feltételeket természetesen évenként kell megadnunk.

Az *anyagi-technikai erőforrások egy kisebb csoportja merev korlátot állít a gazdaságok elé, tehát gyakorlatilag nincs lehetőség a rendelkezésre álló kapacitások bővítésére*, a kapacitás változását a gazdaság nem befolyásolhatja (pl. öntözőművek kiépítésétől függő öntözési kapacitás). Ilyen erőforrás mindenekelőtt a föld, a különböző minőségű talajok területe, a folyókból, csatornákból nyer-

<sup>7</sup> A *finanszírozási változók* három csoportra orszthatók. *Egy részük* a gazdaság valamely évben végrehajtott pénzügyi műveleteinek volumenét mutatja (pl. hitelfelvétel, hitelvisszafizetés). A *második csoportjuk* összegező szerepet tölt be, szolgálva a jövedelem képződésének és felhasználásának tervezését (pl. összes nyereség, összes munkabér valamely évben), a *harmadik csoportra* pedig a gazdasági szabályozók modellbe építése miatt van szükség (pl. termelési érték növekmény valamely évben).

<sup>8</sup> Anyagi-technikai erőforrásokon a gépeket, épületeket, felszereléseket, anyagokat stb. értem.

hető öntözővíz mennyisége stb. A merev korlátként jelentkező erőforrások egy része olyan, hogy a számításba vehető kapacitás a fejlesztés valamennyi időszakában azonos. Más részüknél viszont a gazdaságtól független változásokkal kell számolni és így az évenként figyelembe vehető kapacitások eltérőek.

A merev korlátként kezelendő erőforrásokkal kapcsolatos korlátozó feltétel az alábbi:

$$\sum_i a_{ij}^{(t)} x_i^{(t)} \leq A_j^{(t)}$$

ahol:

$a_{ij}^{(t)}$  = a  $j$ -edik erőforrás fajlagos felhasználási koefficiense a  $t$ -edik időszakban,

$A_j^{(t)}$  = a  $j$ -edik erőforrás kapacitása a  $t$ -edik évben.

Az anyagi-technikai erőforrások jelentős része esetén azonban nem követhetjük a fenti megoldást. A gazdaságok általában a különböző erőforrásokból szükséges kapacitásokat és az anyagi-technikai erőforrások felhasználási programját a középtávú terv részeként határozzák meg. Ennek megfelelően a lineáris-dinamikus modellben is szükség van olyan feltételekre, amelyek a termékelőállítás oldaláról jelentkező igények és az ezek kielégítésének lehetőségeit szimbolizáló erőforrás-felhasználási változók, valamint az erőforrás-felhasználás és az anyagi-technikai erőforrások szükséges kapacitásait megadó erőforrás-szükségleti változók kapcsolatát fogalmazzák meg.

A növénytermelés és az állattenyésztés termelési feladatainak megoldására vonatkozó összefüggés a  $t$ -edik évben:

$$t_{ij}^{(t)} x_i^{(t)} - \sum_k f_{kij}^{(t)} u_{kij}^{(t)} \leq 0$$

ahol:

$t_{ij}^{(t)}$  = az  $i$ -edik növénytermelési, illetve állattenyésztési tevékenységnek jelentkező  $j$ -edik termelési feladat méretét kifejező koefficiens;<sup>9</sup>

$f_{kij}^{(t)}$  = az említett termelési feladatból az  $k$ -adik erőforrás egységnyi alkalmazásával megoldható volumet kifejező koefficiens;

$u_{kij}^{(t)}$  = a  $k$ -adik erőforrásból az  $i$ -edik mezőgazdasági termelő tevékenység  $j$ -edik termelési feladatának megoldásánál felhasznált (igénybevett) mennyiség.

A termelési feladatok jelentős részét — különösen a növénytermelésben — meghatározott rövid időszak alatt kell teljesíteni. Ezért az anyagi-technikai erőforrások hasznosítására vonatkozó korlátozó feltételeinket a munkák elvégzésének agronómiailag indokolt időszakait figyelembe véve kell megfogalmazni. E feltételek tehát az éveken belül kisebb időtartamokra bomlanak. Az egyes termelési ágaknál technológiai vagy agronómiai okokból korlátozhatjuk valamely erőforrás típus vagy típusok igénybevételének volumenét és előírhatunk összefüggéseket a különböző anyagi-technikai erőforrás-típusok egymáshoz kapcsolódó vagy egymást kizáró alkalmazására is.

Hasonlóan az előzőekben említett feltételekhez, az éveken belüli kisebb periódusok szerint szükség van olyan összefüggésekre, amelyek biztosítják,

<sup>9</sup> Ez esetben tehát a termelési változók technikai koefficiensei nem a fajlagos ráfordításokat, hanem a termelési feladatok volumenét (pl. búza esetében az 1 ha-ról elszállítandó termés mennyiségét stb.) mutatják.

hogy az *erőforrás-felhasználási változókkal előírányzott felhasználások fedezete* rendelkezésre álljon. Ehhez az alábbi típusú feltételekre van szükség:

$$\sum_i \sum_j u_{kij}^{(t)} \leq v_{km}^{(t-1)} + v_{ku}^{(t)}$$

ahol:

$v_{km}^{(t-1)}$  = a  $k$ -adik erőforrásból meglevő kapacitás a  $(t - 1)$  év végén;

$v_{ku}^{(t)}$  = a  $k$ -adik erőforrásból a  $t$ -edik évben újonnan létesítendő kapacitás.

A termelési szerkezet, valamint az erőforrás-felhasználás és -szükséglet együttes optimalizálását megoldó modellek, mint utaltunk rá, viszonylag nagyméretűek. A lineáris-dinamikus modellek esetében a mérétek csökkentése miatt alapvető fontosságú, hogy viszonylag a legegyszerűbben járjunk el. Éppen ezért — néhány kivételtől eltekintve — célravezető lehet, hogy a *fontosabb és meghatározó jelentőségű termelési feladatok megoldására szűkítsük le az erőforrás-felhasználás optimalizálását*. A többi termelési feladatnál viszont előzetesen rögzítjük a felhasználandó anyagi-technikai erőforrásokat. Ez esetben a következő típusú összefüggések szerepelnek a modellben:

$$\sum_i k_i^{(t)} x_i^{(t)} + \sum_i k_i^{(t)} y_i^{(t)} + \sum_i \sum_j u_{kij}^{(t)} \leq v_{km}^{(t-1)} + v_{ku}^{(t)}$$

ahol:

$k_i^{(t)}$  = a  $k$ -adik típusú erőforrásból a  $t$ -edik évben szükséges felhasználásokat kifejező fajlagos felhasználási koefficiens.

Végül az anyagi-technikai erőforrásokkal kapcsolatos korlátozó feltételek között szerepelniök kell olyan összefüggéseknek, amelyek az *évvégi kapacitás változók meghatározását* szolgálják. Ez a változó jelenik meg a következő évre vonatkozó blokkban, mint az év elején rendelkezésre álló kapacitás. (Az első évre a kapacitások adottak.) Ez az összefüggés az alábbi:

$$v_{km}^{(t-1)} + v_{ku}^{(t)} = v_{km}^{(t)} + L_k^{(t)}$$

ahol:

$L_k^{(t)}$  = a  $k$ -adik típusú erőforrásból a  $t$ -edik év végén kiselejtezett kapacitás.

Láthatjuk, hogy az egyes években kiselejtezendő állóeszköz-volumen a tervkészítés időpontjában meglevő eszközök életkorának és használhatósági fokának ismeretében előzetesen rögzítjük. Ez megengedhető, hiszen 5 év alatt az újonnan létesítendő állóeszközök kiselejtezésére még nem kerül sor. Készíthető azonban olyan lineáris-dinamikus modell is, amelyben az állóeszköz-kiselejtezés időpontjának megválasztása a modell által átfogott döntési problémák között szerepel.

A fenti feltételeket az anyagi-technikai erőforrások különböző típusaival kapcsolatosan építjük a modellbe. Mindenekelőtt ilyenek a gépek és felszerelések, berendezések. A legtöbb anyag felhasználását elegendő költségként figyelembe venni. Az anyagok közül a takarmányokat célszerű kiemelni, mivel a takarmánygazdálkodás a mezőgazdasági vállalat speciális és nagyjelentőségű döntési területe. Az előzőekben leírt módon oldható meg az élőmunka kapacitások beépítése és a szükséglet meghatározása is.

### 3.2. A beruházások szerepeltetése

A középtávú tervek egyik központi problémája a beruházások méretének és irányának a meghatározása. Így a lineáris-dinamikus modellekben is rendkívül fontos e terület megfelelő szerepeltetése. A mezőgazdasági vállalatok beruházási tevékenysége a termelés vegyes jellegéből eredően sokrétű, ezért a lineáris-dinamikus modellben különböző megoldások párhuzamos alkalmazására van szükség. A modellben eltérő kezelést igényelnek:

- a gépi beruházások és telkesítések,
- az ültetvény-telepítések,
- az állattenyésztési és feldolgozóüzemi, valamint az egyéb épület beruházások.

A *gépesítési* (traktor, kombajn, munkagép stb.) *beruházások* modellbe építése a legegyszerűbb. A beruházás gyakorlatilag valamilyen eszköz megvásárlását jelenti és lebonyolítása *nem lépi túl az egyes évek kereteit*. Így a beruházás kifejezésére elegendőek az előző pontban említett  $v_{ku}^{(t)}$ -vel jelölt változók, amelyek értékei megadják egy-egy év gép-beruházási programját. Lényegében hasonló módon járhatunk el a *telkesítések* esetében is, hiszen az egyes években megvalósítandó talajjavítási és meliorációs munkák általában külön választhatók a többi év hasonló beruházásaitól.

Az *ültetvény-telepítés* a beruházások másik fontos típusa. Ez esetben az adott évben bekövetkező kapacitásnövekedés (termőre-fordulás) *több éves beruházási tevékenység* eredménye. A termőre-fordulás ideje, tehát a beruházás megvalósulásának az időtartama azonban az ültetvény típusától függő, kötött tényező. A gazdaság elsősorban a telepítés volumenéről dönthet. Így

$$v_{ku}^{(t)} = v_{kb}^{(t-u)}$$

ahol:

- $v_{ku}^{(t)}$  = a  $t$ -edik évben termőre fordult  $k$ -adik típusú ültetvény volumene;
- $v_{kb}^{(t-u)}$  = a  $k$ -adik típusú ültetvény-telepítés volumene a  $(t - u)$ -edik évben;
- $u$  = a termőreforduláshoz szükséges évek száma.

Természetesen az ültetvény-telepítés méretét kifejező változókhoz kapcsolódóan a közbelső években szükség van olyan változókra is, amelyek a nem termő ültetvények ápolását fejezik ki.

A legösszetettebb feladat az olyan beruházások beépítése, amelyek *különböző idő alatt is megvalósíthatók* attól függően, hogy a gazdaság az adott célra milyen összeget fordít. Ide sorolhatók mindenekelőtt az *állattenyésztési beruházások*, a *feldolgozó üzemek építése* és a *tárolóhelyek létesítése*. Ez esetben a beruházások megvalósításának többféle módjával indokolt számolni, elsősorban a végrehajtás üteme tekintetében téve különbséget közöttük. A megvalósítási változók esetében elegendő csupán értékbeni kifejezést alkalmazni az alábbiak szerint:

$$v_{ku}^{(t)} = \frac{1}{f_{ka}} \sum_a v_{kba}^{(t)}$$



ahol:

- $v_{ku}^{(t)}$  = a  $t$ -edik időszakban bekövetkező  $k$ -edik típusú állattenyésztési férőhely kapacitás bővülés;<sup>10</sup>  
 $v_{kba}^{(t)}$  = a  $t$ -edik időszakban termelésbe lépő  $k$ -edik típusú állattenyésztési beruházás  $a$ -edik változatának összes beruházási költsége;  
 $f_{ka}$  = egységnyi férőhely beruházás igénye.

$$v_{kba}^{(t)} = \sum_t v_{ka}^{(t-n)}$$

ahol:

- $v_{ka}^{(t-n)}$  = a  $t$ -edik évben bekövetkező  $k$ -edik típusú férőhely bővítés<sup>11</sup> érdekében az  $a$ -edik változat szerint,  $a(t-n)$ -edik évben végzett beruházás értéke.

A beruházások jó része több év alatt valósul meg. A tervidőszak végén eszközrendő beruházások közül több a *modell által már nem érintett időszakban lép majd be a termelésbe*. Ennek ellenére a modellben szerepelni kell e döntési területnek is. Annak érdekében, hogy e tevékenységek volumenének alakulását ne a véletlen határozza meg, és hogy az időszak végén az áthúzódó beruházások méretének visszaesését megakadályozzuk, a vonatkozó változókat célszerű a célfüggvényben a beruházások várható eredményét kifejező koefficienssekkel jellemezni. Ezt az eredményt természetesen a tényleges jövedelem kalkulációjánál nem szabad figyelembe venni és indokolt — a korábbi évek szintjén — rögzíteni az ilyen beruházások felső határát is.

### 3.3. Agronómiai és biológiai összefüggések a növénytermelésben

A növénytermelésben a biológiai, agronómiai megkötöttségek elsősorban az ágazatok méretének rögzítését teszik szükségessé. Gazdaságaink jelentős része még nem áll a kemizálás olyan fokán, hogy a vetési sorrendet, mint a talajerő fenntartásának fontos tényezőjét teljesen figyelmen kívül hagyhatná. A *vetési arányok* modellbe építésének egyszerű módja alsó és felső korlátok, vagy ágazatok közötti arányok előírása. Készíthetünk azonban olyan modellt is, amely a *vetés-váltás tervezését* is magába foglalja. Ennek feltétele, hogy az előveteményeknek a főnövény termésátlagára gyakorolt hatása számszerűsíthető legyen.

Jelöljük  $x_{jk}^{(t-1)}$ -el a  $j$ -edik növény termelésének volumenét  $k$ -edik elővetemény után a  $(t-1)$ -edik évben. Ez esetben a *növényi kultúrák időbeni sorba rendezése* a következő típusú feltételekkel érhető el:

$$\sum_k x_{jk}^{(t-1)} = \sum_j x_{aj}^{(t)}$$

Előírásunk azt jelenti, hogy a  $j$ -edik növényből (pl. kukoricából) a különböző elővetemények után elvetett terület a  $(t-1)$ -edik évben egyenlő azzal a területtel, amellyel mint kukorica előveteménnyel a  $t$ -edik évben számolni kell.

<sup>10</sup> Feltételezve, hogy a kapacitás már az év első napján belép a termelésbe.

<sup>11</sup> Külön feltételekben elő kell írni, hogy a különböző megvalósítási módok esetében az egyes évekre az összes beruházási költség milyen százaléka esik.

A modell első évének vetésszerkezete számára az elővetemény a tervidőszakot megelőző év *tényleges vetésszerkezete*. Ezt a bázis vetésszerkezetet is be kell építeni az alábbi módon:

$$\sum_j x_{jk}^{(t)} = c_k^{(0)}$$

ahol:

$c_k^{(0)}$  = a tervidőszakot megelőző év vetésszerkezetét kifejező érték.

Emellett szükség lehet számos *speciális korlátra* is. Gyakran kerülünk szembe olyan kikötéssel, hogy valamely növény csak néhány év eltelte után kerülhet ugyanarra a területre. Ha pl. elő akarjuk írni, hogy pillangóst pillangós után négy éven belül nem szabad vetni, az alábbi korlárendszer alkalmazzuk:

Ha

$$x_{jk}^{(t)} \geq 0 \\ j \in P$$

akkor

$$x_{uj}^{(t+1)} = 0 \quad (u \in P)$$

és

$$x_{uj}^{(t+1)} \geq 0 \quad (u \notin P)$$

és

$$x_{zu}^{(t+2)} = 0 \quad (z \in P)$$

$$x_{zu}^{(t+2)} \geq 0 \quad (z \notin P)$$

ahol:

$P$  = a pillangós növények részhalmaza.

Bizonyos növények teljesen kizárhatók valamely növény lehetséges előveteményei közül:

ha

$$x_{jk} = 0$$

$$k \in K$$

ha

$$x_{jk} \geq 0$$

$$k \notin K$$

ahol:

$K$  = a  $j$ -edik növény számára „megengedhetetlen” elővetemények halmaza.

A vetésforgók tradicionális értelemben *évről évre változatlan vetésszerkezetet* jelentenek a gazdaság szintjén. Amennyiben ezt a kikötést a modellben is érvényesíteni kívánjuk, úgy szükség van az alábbi típusú feltételekre is:

$$\sum_k x_{jk}^{(t-1)} = \sum_s x_{js}^{(t)}$$

Ez a feltétel — mint látható — formálisan igen hasonló az előveteményekre vonatkozó, elsőként említett feltételhez, tartalmilag azonban gyökeresen

eltérő. Míg ott azt írtuk elő, hogy a  $(t - 1)$ -év termelését a  $t$ -edik év növénytermelésének előveteményeként kell figyelembe venni, itt az éves termelés volumenét rögzítettük azonos — előre nem tudott —, éppen a számítás során meghatározandó szinten, függetlenül attól, hogy mi volt az egyes években az elővetemény.

### 3.4. Az állattenyésztés belső összefüggései

Az állattenyésztés belső összefüggései hasonlóan összetettek. Az állatállomány tervezett szaporulati és állományváltozási adatait (milyen időszakot tölt egy állat az egyes kor és hasznosítási csoportokban, milyen arányú az elhullás és kiselejtezés stb.) és az állatvásárlási lehetőségeket figyelembe véve meg kell fogalmazni a *tenyésztés, a növedéknvelés és a hizlalás összefüggéseit egy időszakon belül és az egyes időszakok között*. Az állatállomány legértékesebb és alapvető fontosságú részét a tenyészállatok képezik. Ezért úgy véljük, az egyes időszakok állatállománya közötti kapcsolatot elegendő a tenyészállatokon keresztül megteremteni.

Feltételezzük, hogy a  $g$ , a  $g + 1$  és a  $g + 2$  termelési tevékenységek egy állatfajon belül a tenyésztést, a tenyészcélú növedéknvelést és a hizlalást szimbolizálják. Az állattenyésztés kapcsolataira vonatkozó összefüggések főbb típusai a következők:

a) Általános szabály, hogy a hizlalás és a növedéknvelés mérete függ a tenyészállomány szaporulatától, az esetleges hiányt a növedék vagy a hizó-alapanyag vásárlásával fedezhetjük. A *hizlalás, a növedéknvelés, a tenyésztés és az állatvásárlások összefüggése* ennek megfelelően:

$$q_1 x_g^{(t)} - q_2 x_{(g+1)}^{(t)} - q_3 x_{(g+2)}^{(t)} + y_n^{(t)} + y_h^{(t)} = 0$$

ahol:

$q_1$  = egységnyi tenyészállat szaporulata;

$q_2, q_3$  = a növedéknvelés és a hizlalás állatigényét kifejező koefficiensek;

$y_n^{(t)}$  = vásárolt ( $y_n > 0$ ) vagy értékesített ( $y_n < 0$ ) növedéknvelésre alkalmas állatok száma a  $t$ -edik időszakban;

$y_h^{(t)}$  = vásárolt ( $y_h > 0$ ) vagy értékesített ( $y_h < 0$ ) hizó alapanyag a  $t$ -edik időszakban.

b) Egy adott időszak tenyészállománya a korábbi időszak végén meglevő állomány szinten tartásából, annak növelésével vagy csökkentésével alakul ki. Így

$$x_g^{(t-1)} + x_{gu}^{(t)} - x_{gc}^{(t)} = x_g^{(t)}$$

ahol:

$x_{gu}^{(t)}$  = a tenyészállat-létszám növelése a  $t$ -edik időszakban;

$x_{gc}^{(t)}$  = a  $t$ -edik időszakban végrehajtandó törzs (tenyészállat) állomány csökkentés.<sup>12</sup>

c) A gazdaságoknak minden időszakban gondoskodniuk kell a korábbi időszakban már meglevő és tovább tartani kívánt állomány bizonyos részének kiselejtezéséről és pótlásáról, hasonlóképpen a tervezett állománybővítés

<sup>12</sup> Értve ezen a létszám abszolút értelemben vett csökkentését.

tenyészállat-forrásaihoz. Ennek érdekében a következő feltételt célszerű szerepeltetni a modellben:

$$p_1(x_g^{(t-1)} - x_{g0}^{(t)}) - p_2x_{(g+1)}^{(t)} + y_p^{(t)} = 0$$

ahol:

- $p_1$  = a tenyészállat kiselejtezés arányszáma;
- $p_2$  = egységnyi növendéknevelési tevékenység által kibocsátott tenyészállat;
- $x_p^{(t)}$  = a  $t$ -edik időszakban vásárolt ( $y_p^{(t)} > 0$ ) vagy értékesített ( $y_p^{(t)} < 0$ ) tenyészállatok száma (tenyészállaton felnevelt növendéket értve).

d) A saját szaporulatból tenyészcélra történő növendéknevelés lehetősége korlátozott, mivel a szaporulatnak csak egy kisebb hányadából válhat tenyészállat. Emellett számolni kell a tenyészcélú növendéknevelésre alkalmas állatok kereskedelmi forgalmával, tehát értékesítésük és megvásárlásuk lehetőségeivel is. Ezen összefüggés képletben kifejezve:

$$ax_g^{(t)} - q_2x_{(g+1)}^{(t)} + y_n^{(t)} = 0$$

ahol:

- $a$  = a tenyészcélú növendéknevelésre alkalmas állatok összes szaporulatán belüli arányát kifejező koeficiens.

Természetesen az előzőekben említetteken kívül egyéb speciális kötöttségekre is szükség lehet (pl. a saját szaporulat gazdaságon belüli felnevelésének előírása, az állomány minimális méretének rögzítése stb.) az adottságok függvényében.

### 3.5. Pénzügyi korlátozó feltételek

A gazdaságok fejlesztési programja szempontjából sok tekintetben meghatározóak a pénzügyi, illetve a csak pénzformában kifejezhető gazdasági összefüggések. A lineáris-dinamikus modell a statikusnál lényegesen kedvezőbb lehetőséget kínál ezen összefüggések figyelembevételére, bár *bizonyos egyszerűsítésekre itt is szükség van*, hiszen a mezőgazdasági termelés pénzügyi folyamatnak időrendszere ilyen módon sem ragadható meg a maga teljességében.

A pénzügyi összefüggések segítségével a modellben alapvetően háromféle feladatot kell megoldanunk, mégpedig:

- meg kell fogalmazni a jövedelemképződés és felhasználás összefüggéseit;
- össze kell állítani az érvényben levő pénzügyi szabályozók érvényesítését biztosító feltételeket;
- be kell állítani olyan feltételeket, amelyek a következő év pénzügyi előfeltételeinek meghatározását teszik lehetővé.

#### 3.5.1. A jövedelem-képződés összefüggései

Első feladat olyan összefüggések szerepeltetése, amelyek az *adott évben képződő jövedelem* tervezését teszik lehetővé. A jövedelem meghatározásának elképzelhető egy egyszerűbb „közvetlen” útja, amikor változónként megadjuk az adott tevékenységtől várható fajlagos jövedelem összegét. Ez az út azonban esetünkben, mivel az erőforrás-felhasználás és -szükséglet meghatározása

külön döntési területként szerepel, nem járható. Így a jövedelem meghatározás „közvetett” útját járjuk, a költségeket és bevételeket előzetesen összegezzük. E megközelítéssel más finanszírozási feltételek is egyszerűbbé válnak.

A költségek tervezésének különleges problémája az *általános költségek meghatározása*. A kisebb volumenű főágazati általános költségek konstans koefficiensekkel ágazatokra terhelhetők, a jelentős összegű vállalati (gazdasági) általános költségeknél azonban más megoldásra van szükség. A gazdasági általános költségek tételes bontása rendkívül megnövelné a modell terjedelmét, ezért csak összevont kezelésre van lehetőség. Úgy vélem, elfogadható pontossággal járunk el, ha gazdasági általános költségként a termelési érték bizonyos, a korábbi évek tévyszámainak megfelelő százalékát számoljuk el. A gazdasági általános költségek költségnemenkénti megoszlása tekintetében ugyancsak a korábbi évek tényadatai lehetnek az irányadók. Így:

$$z_f^{(t)} = \alpha z_t^{(t)}$$

ahol

$z_f^{(t)}$  = az összes vállalati általános költség a  $t$ -edik időszakban;

$z_t^{(t)}$  = összes termelési érték a  $t$ -edik évben;

$\alpha$  = a gazdasági általános költség-arányt kifejező koefficiens, amely adott lehet az egész tervidőszakra, de évenként változhat is.

Egy adott év költségeinek egyik legjelentősebb csoportját az *anyag- és egyéb különböző költségek* képezik, amelyek az alábbiak szerint határozhatók meg:

$$\sum_i a_i x_i^{(t)} + \sum_i a_i y_i^{(t)} + \sum_k \sum_i \sum_j a_{kij} u_{kij}^{(t)} + \sum_k a_k v_k^{(t)} + \beta z_f^{(t)} = z_a^{(t)}$$

ahol

$a_i$  = az  $i$ -edik termelési tevékenységre terhelhető közvetlen és egyéb költséget kifejező koefficiens;<sup>13</sup>

$a_i$  = az  $i$ -edik kereskedelmi tevékenységre terhelhető közvetlen anyag és egyéb változó költség;

$a_{kij}$  = a  $k$ -adik típusú erőforrás egységnyi volumenének az  $i$ -edik termelési tevékenység  $j$ -edik termelési feladata érdekében történő felhasználásakor felmerülő közvetlen anyag és egyéb változó költség;

$a_k$  = egységnyi  $k$ -adik erőforrás évi amortizációján kívüli, állandó jellegű anyag- és egyéb, nem munkabér jellegű költsége;

$z_a^{(t)}$  = összes anyag és egyéb változó költség a  $t$ -edik évben;

$\beta$  = a vállalati általános költségeken belül az anyag és egyéb változó költségarányt kifejező koefficiens.

A termelési költségek következő csoportját a *munkabérek* képezik:

$$\sum_i m_i x_i^{(t)} + \sum_i m_i y_i^{(t)} + \sum_k \sum_i \sum_j m_{kij} u_{kij}^{(t)} + \sum_k m_k v_k^{(t)} + \gamma z_f^{(t)} = z_m^{(t)}$$

<sup>13</sup> Ez a koefficiens az ágazatokra közvetlenül terhelhető anyagköltségek (pl. vetőmag) értékét, valamint azon erőforrás-felhasználásokkal kapcsolatos anyagjellegű költségeket tartalmazza, amelyek típusát előzetesen rögzítettük. Itt szerepel minden egyéb nem munkabér jellegű ágazatra terhelhető változó költség is. (Pl. főágazati költségek anyagjellegű része.)

ahol:

- $m_i$  = egységnyi  $i$ -edik termelési és kereskedelmi tevékenység fajlagos munkabér felhasználását mutató koefficiens (beleértve a munkabérek közterheit is);  
 $m_{kij}$  = a  $k$ -adik típusú erőforrás egységnyi volumenének az  $i$ -edik termelési tevékenység  $j$ -edik termelési feladata érdekében történő felhasználásakor felmerülő munkabér költség;  
 $m_k$  = egységnyi  $k$ -adik erőforrás évi amortizációján kívüli állandó munkabér jellegű költsége;  
 $\gamma$  = munkabér költség összes vállalati általános költségen belüli arányát kifejező koefficiens;  
 $z_m^{(t)}$  = összes munkabér felhasználás a  $t$ -edik évben.

Az összes amortizációs költséget az alábbiak szerint számítjuk ki:

$$\sum_i l_i x_i^{(t)} + \sum_k l_k v_k^{(t)} + \omega z_f^{(t)} = z_l^{(t)}$$

ahol:

- $l$  = fajlagos amortizációs költség;  
 $\omega$  = amortizációs költségek aránya az összes gazdasági általános költségeken belül;  
 $z_l^{(t)}$  = összes amortizációs költség a  $t$ -edik évben.

A képződő jövedelem meghatározása érdekében összesíteni kell a *várható bevételeket*, illetve a *létrehozott összes termelési értéket* az alábbiak szerint:

$$\sum_i t_i x_i^{(t)} + \sum_i t_i y_i^{(t)} = z_t^{(t)}$$

ahol:

$t$  = az egységnyi tevékenység által létrehozott termelési érték.

A különböző költségnemeket összesítő, valamint az összes termelési értéket megadó változók felhasználásával kifejezhető az *adott évben képződő jövedelem* az alábbiak szerint:

$$z_t^{(t)} - (z_a^{(t)} + z_m^{(t)} + z_l^{(t)} + z_f^{(t)}) = P^{(t)}$$

ahol:

$z_j^{(t)}$  = a  $t$ -edik évben képződött jövedelem;

$P^{(t)}$  = nyereséget terhelő, előre meghatározott fizetési kötelezettségek (pl. földadó) a  $t$ -edik időszakban.

### 3.5.2. A jövedelem felhasználás összefüggései

Az adott időszakban képződött jövedelem rendszerint részesedési és fejlesztési alap forrása, valamint felhasználható biztonsági tartalék-alap képzésére és további adók terhelik. A középtávú terv szempontjából a fejlesztési alap bír *kiemelkedő jelentőséggel*, hiszen ez az összeg képezi a termelés bővítésének legfontosabb forrását. A *jövedelem felhasználási* mérleg a  $t$ -edik időszakra az alábbi:

$$z_j^{(t)} = \alpha z_j^{(t)} + \gamma \alpha z_j^{(t)} + \beta z_j^{(t)} + z_r^{(t)} + z_b^{(t)}$$

ahol:

- $\alpha$  = a részesedési alap nyereségen belüli arányát kifejező koefficiens;<sup>14</sup>  
 $\gamma$  = a részesedési alap nagyságától függően fizetendő nyereségadó kulcs;  
 $\beta$  = a nyereséget terhelő városi és községfejlesztési hozzájárulás arányát kifejező koefficiens;  
 $z_r^{(t)}$  = a biztonsági és tartalék alapok feltöltésére fordított nyereség rész;<sup>15</sup>  
 $z_b^{(t)}$  = a  $t$ -edik évben képződött fejlesztési alap.

### Fejlesztési alap felhasználása

A jelenleg érvényben levő rendszerben a magyar mezőgazdasági vállalatok egy adott évben a korábbi időszakban képződött fejlesztési alapot használhatják fel, így a modellben a *fejlesztési alap felhasználási mérlege* az alábbi:

$$z_b^{(t-1)} + \sum_t z_{bt}^{(t-1)} = z_{ba}^{(t)} + z_{vu}^{(t)} + \sum_t w z_h^{(t-1)} + z_{bt}^{(t)} + H^{(t)}$$

ahol:

- $w$  = a hitel és kamat esedékességet kifejező koefficiens;  
 $z_{ba}^{(t)}$  = fejlesztési alapból fedezett állóeszköz bővítés;  
 $z_{bt}^{(t)}$  = a fejlesztési alapból tartalékolt összeg;  
 $z_{vu}$  = forgóalap bővítés a  $t$ -edik évben  
 $z_{bt}^{(t-1)}$  = beruházási hitelfelvétel a  $(t - 1)$ -edik évben  
 $H^{(t)}$  = a tervet megelőző időszakban igénybevett hitelek  $t$ -edik évben esedékes része, beleértve a kamatokat is.

### Beruházások finanszírozása

A mezőgazdasági vállalatoknál a fejlesztési alap mellett az új állóeszközök beszerzésének forrása lehet hitel és az amortizációs alap is, és rendszerint az állam is támogatást nyújt a beruházások megvalósításához. A beruházások jelenlegi rendszere Magyarországon ágazati alapon épül fel, tehát az állam differenciált támogatást nyújt az egyes ágazatok fejlesztéséhez és az ágazattól függően eltérőek a hitel kondíciók is. Így a *beruházásokra* vonatkozó feltételek a főbb területek vagy ágazatok, esetleg fontosabb beruházások szerint adhatók meg:

— *Egy év alatt megvalósuló beruházás* (pl. gépbeszerzés) esetén:

$$b_{ku} v_{ku}^{(t)} = z_{bak}^{(z)} + z_{hk}^{(t)} + z_{dk}^{(t)}$$

ahol:

- $b_{ku}$  = egységnyi új állóeszköz létesítésének beruházás igénye;  
 $z_{bak}^{(t)}$  = a  $k$ -edik állóeszközbővítés fejlesztési alapból fedezett része a  $t$ -edik évben;  
 $z_{hk}^{(t)}$  = a  $t$ -edik évben a  $k$ -edik állóeszköz beruházáshoz igénybevett hitel;  
 $z_{dk}^{(t)}$  = a  $k$ -edik állóeszköz bővítéshez nyújtott állami dotáció a  $t$ -edik évben.

<sup>14</sup> A képződött jövedelemből a dolgozóknak kifizetett rész.

<sup>15</sup> Célszerű külön feltételben rögzíteni a biztonsági és tartalék-alap kívánatos volumenét.

— Több éven keresztül megvalósuló beruházás esetén, feltételezve, hogy  $t$  nem a beruházásnak a termelésbe való belépési éve:

$$\sum_a v_{ka}^{(t)} = z_{bak}^{(t)} + z_{hk}^{(t)} + z_{dk}^{(t)}$$

Emellett szükség van olyan feltételekre, amelyek a beruházási típusonként számításba vett fejlesztési alap felhasználásnak, hitel igénybevételnek és az állami támogatásnak összesítését szolgálják, valamint célszerű kimutatni a fennálló hiteltartozások évi egyenlegét is.

— A fejlesztési alap iránti igény összesítése:

$$z_{ba}^{(t)} = \sum_k z_{bak}^{(t)} - z_1^{(t)}$$

— Hitelfelvétel a  $t$ -edik évben:

$$z_h^{(t)} = \sum_k z_{kh}^{(t)}$$

— A beruházási jellegű állami támogatások összesítése:

$$z_d^{(t)} = \sum_k z_{dk}^{(t)}$$

ahol:

$z_d^{(t)}$  = az összes beruházási jellegű állami támogatás a  $t$ -edik évben.

— A hitelállomány megállapítása:<sup>16</sup>

$$z_{ht}^{(t)} = (z_{ht}^{(t-1)} + z_h^{(t)}) - \left( \sum_t w z_h^{(t-1)} + H^{(t)} \right)$$

ahol:

$z_{ht}^{(t)}$  = a  $t$ -edik év végén fennálló összes hiteltartozás.

### A forgóalap alakulása

A forgóeszköz gazdálkodás a mezőgazdasági vállalat pénzgazdálkodásának egyik legnehezebben megragadható területe. A bevételek és kiadások időbeli lefolyását elfogadható méretű modellben nem lehet figyelembe venni. Úgy véljük, elfogadható egy olyan megoldás, amikor a gazdaság forgóeszköz szükségletét a termelési érték bizonyos százalékával tekintjük egyenlőnek.

Ennek megfelelően:

$$\lambda z_t^{(t)} = z_{vu}^{(t)} + z_v^{(t-1)}$$

illetve

$$z_v^{(t)} = z_{vu}^{(t)} + z_v^{(t-1)}$$

ahol:

$z_v^{(t)}$  = forgóalap a  $t$ -edik évben;<sup>17</sup>

$z_{vu}^{(t)}$  = forgóalap bővítés a  $t$ -edik évben;

$\lambda$  = a forgóeszköz szükséglet mértékét kifejező koefficiens.

<sup>17</sup> Az első évre vonatkozó modell-blokkban a bázis és tény száma szerepel.

<sup>16</sup> Külön feltételekben rögzíthető az igénybe vehető hitelek objektíve adott vagy szubjektíve meghatározott maximális volumene.



### Jövedelmek gazdasági szabályozása

A mezőgazdasági vállalatoknak is számolniuk kell a személyi jövedelmek állami szabályozásával. Ez a szabályozás különböző formában valósulhat meg. A magyar állami gazdaságokban pl. a felhasználható beralap a termelési érték nagyságával függ össze, a termelőszövetkezetekben pedig az ún. jövedelemnövekmény-adó befolyásolja a tagok részesedésének alakulását. A személyes jövedelmet meghatározó összefüggéseket az állami gazdaságok viszonyainak megfelelően, a termelési érték növekvő tendenciáját feltételezve írjuk le:

$$z_i^{(t)} = z_i^{(t-1)} + z_{iu}^{(t)}$$

$$z_{iu}^{(t)} = z_{ip}^{(t)} z_j^{(t-1)}$$

$$\sum_i b_i x_i^{(t)} + \sum_i b_i y_i^{(t)} + \sum_k \sum_i \sum_j b_{kij} u_{kij}^{(t)} + \sum_k b_k v_k^{(t)} = z_s^{(t-1)}$$

$$z_s^{(t)} \leq \sigma z_{ip}^{(t)} z_s^{(t-1)}$$

ahol:

- $b_i, b_{kij}, b_k$  = fajlagos munkabérfelhasználási koeficiensek;  
 $z_{iu}^{(t)}$  = a termelési érték növekménye a  $t$ -edik évben;  
 $z_{ip}^{(t)}$  = a termelési érték növekedési aránya a  $t$ -edik évben;  
 $\sigma$  = a termelési érték és a beralap-növekedés összefüggését kifejező koeficiens;  
 $z_s^{(t)}$  = a beralap a  $t$ -edik évben.

### 3.5. Egyéb korlátozó feltételek

Végezetül számos olyan tényező jelentkezik a modell összeállítása során, amelyek további feltételek beépítését teszik szükségessé. Mindenekelőtt a gazdaságokkal szembeni elvárások, az egyenletes fejlődés követelménye igényelnek speciális feltételeket. Így előírhatjuk:

— bizonyos termelési ág, termék előállítás feltétlenül megkívánt volumenét évenként vagy a tervperiódus egészére:

$$x_i^{(t)} \leq K_i \quad \text{vagy} \quad \sum_i x_i^{(t)} \leq K_i$$

ahol:

$K_i$  = az  $i$ -edik termék termelési volumenére vonatkozó előírás;

— a termelés-növekedés minimálisan megkívánt alsó határát:

$$z_{ip}^{(t)} \geq r^{(t)}$$

ahol:

$r^{(t)}$  = a termelési érték feltétlenül megkívánt növekedési üteme a  $t$ -edik évben;

— minden évben a realizált nyereség haladja meg a megelőző időszak összes nyereségét:

$$z_j^{(t-1)} \leq z_j^{(t)}$$

Természetesen a fentiekén kívül beépíthetők a modellbe a munkatermelékenységre, a beruházások hatékonyságára stb. vonatkozó előírások is. Különösen termelészövetkezetekben szükség lehet a foglalkoztatás bizonyos szintjének előírására is, de a foglalkoztatott létszám jelentős ingadozása az állami gazdaságokban sem engedhető meg.

#### 4. A célfüggvény

A távlati fejlesztés során a gazdaságok különböző célokat tarthatnak szem előtt. A vállalati érdekelttség érvényben levő rendszere a lehetséges célok közül kiemeli a gazdaság számára legfontosabbat, mely alapvető mérce lehet a termelési szerkezet és az erőforrás-felhasználás különféle variánsai közötti választásban. Ezt a célt kell a célfüggvényben megfogalmazni, míg a többi célt lehetőség szerint korlátozó feltételként indokolt figyelembe venni. Így a modell célfüggvényében vagy a *nettó jövedelem*, vagy pedig a *bruttó jövedelem maximalizálását* indokolt elsősorban előírni.

Ez esetben a célfüggvény gazdasági tartalma az *évi jövedelmek összegének maximalizálása lehet*. Ezt azonban úgy kell megoldani, hogy:

— diszkontálással megteremtjük az időbeli összehasonlítás és összeadhatóság lehetőségét;

— a terv utáni időszakra áthúzódó beruházásokat a célfüggvényben a várható hatékonyságot kifejező koefficienssekkel jellemezzük. A lineáris-dinamikus vállalati modell célfüggvénye tehát az alábbi lehet:

$$\sum_t \frac{z_t^{(t)}}{(1 + \alpha)^{(t-1)}} + \sum_k \sum_t j_k v_{ka}^{(t)} = \max !$$

ahol:

$\alpha$  = a különböző évek jövedelmének összehasonlíthatóvá tételéhez figyelembe vett diszkont-láb;

$j_k$  = egységnyi, a terv által át nem fogott években befejeződő  $k$ -adik beruházás várható hatékonyságát kifejező koefficiens.

A diszkontálás végezhető az érvényben levő kamatlábbal, de különböző gazdaságpolitikai megfontolások alapján kialakítható más diszkont-láb is. A lineáris-dinamikus modell célfüggvényében elképzelhető az *utolsó év végi saját alapok* (álló és forgóalap) *maximalizálásának* előírása is.

Az előzőekben vázolt modell-konstrukció gyakorlati kipróbálásának első lépésként a Mezőhegyesi Állami Gazdaság szántóföldi növénytermelésének fejlesztési tervét dolgoztuk ki lineáris-dinamikus modell segítségével. Egy egész gazdaságot átfogó komplex lineáris-dinamikus modellel kapcsolatos munka (a Felsőnyomási Állami Gazdaság középtávú tervének elkészítése) pedig a közelmúltban fejeződött be. Ezek az első gyakorlati tapasztalatok arra utalnak, hogy a lineáris-dinamikus modellek a korábbi megoldásoknál hasznosabb segédeszközök lehetnek a mezőgazdasági vállalatok távlati tervezésében és ugyanakkor — különösen érzékenységi vizsgálatok esetén — egy-egy ilyen modell megoldása értékes általános érvényű információkat is szolgáltat a vállalati növekedés feltételeiről és tartalékairól.

(Beérkezett: 1974. január 23.)

## IRODALOM

1. ACSAY F.—CSÁKI CS.—VARGA GY.: A növényi sorrend optimalizálása a Mezőhegyesi Állami Gazdaságban. Mezőgazdasági Gépkísérleti Intézet, Gödöllő. 1972. Kézirat.
2. BADEWITZ, S.: Formulierung von dynamisierten linearen Optimierungsmodellen — eine höhere Stufe der Modellierung betrieblicher Reproduktions-processe. *Ekonomicko-Matematicky Obzor*. 8 (1972) No. 1.
3. BOEHLJE, M. D.—WHITE, T. K.: A Production-Investment Decision Model of Farm Firm Growth. *American Journal of Agricultural Economics*. 1970. No. 3. 543—563 p.
4. COCKS, K. D.—CARTER, H. O.: Micro Goal Functions and Economic Planning. *American Journal of Agricultural Economics* 1968. No. 2. 400—411 p.
5. CSÁKI CS.: Egy mezőgazdasági vállalat fejlesztési terve. *Sigma*, 1969. 4. sz.
6. CSÁKI CS.: Az erőforrások kezelésének problémái a mezőgazdasági vállalati tervek lineáris programozási modelljeiben. *Sigma*, 1971. 1—2. sz.
7. DVORACEK, SZ.: A dinamikus programozás alkalmazásának az állésczköz megújítás problémakörében előfordult feladatok megoldása során összegyűjtött tapasztalatok. Prága, 1971. Kézirat.
8. HEIDHUES, T.: A Recursive Programming Model of Farm Growth in Northern Germany. *American Journal of Agricultural Economics*. 1966. No. 3. 668—684 p.
9. KUBAS É. és munkatársai: Matematikai módszerek a mezőgazdasági vállalatok terve zésében és vezetésében. Budapest, 1971. Mezőgazdasági Kiadó. 253 p.
10. KUNDRAT, J.: Mezőgazdasági vállalatok középtávú tervének számítása a rekurzív programozás rendszerének segítségével. Prága, 1971. Kézirat.
11. MINDEN, A. J.: Dynamic Programming: A Tool for Farm Firm Growth Research. *Canadian Journal of Agricultural Economics*. 1968. June. 16—38 p.
12. TÓTH J.: A termelési tényezők felhasználásának optimalizálása a mezőgazdaságban. Budapest, 1973. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó. 232 p.

## LINEAR-DYNAMIC MODEL FOR FARM DEVELOPMENT

The model is applicable to the elaboration of the medium-term (5 year) plan in a cooperative or state-owned farm. It grows out of a static model which has been successfully applied in farm planning and which optimizes simultaneously both product mix and resource utilization. The new dynamic variant consists of 5 such blocks, one for each year.

A large part of the variables represents yearly activity-levels, some others refer to the whole of the plan. Production, trade, resource utilization (technological), resource demand, investment, financing are among the activities in question. The constraints of the model describe the utilization and allocation of material-technological resources, dynamic investment and financial conditions as well as the biological and agronomical restrictions of plant cultivation and stock-breeding, including crop-rotation patterns. The objective function is the discounted sum of yearly revenues, with an extra provision for the expected utility from the investments which extend beyond the final year.