Tóth József—Szenteleki Károly

Mezőgazdasági vállalati célok elemzése kompromisszumprogramozás segítségével

Mezőgazdasági vállalataink gyorsan változó technikai—technológiai—közgazdasági közegben, a termelést és feldolgozást is magába foglaló üzemi vertikumok kialakításával egyre bonyolultabb tevékenységet folytatnak. Ezen bonyolult feltétel- és kapcsolatrendszer áttekintése, a vállalat alapvető érdekeinek megfelelő termelési irányok kijelölése matematikai modellek felhasználása nélkül ma már nehezen elképzelhető [3], [6], [11]. Termelő vállalataink jogos igénye a matematikai modellekkel szemben, hogy többirányú céljaiknak is megfeleljenek.

Ilyen cél lehet, miként a vállalati példákban látni fogjuk, a maximális bruttó jövedelem és egyidejűleg minél alacsonyabb termelési költség. Más esetben szőlőtermesztő gazdaságok rekonstrukciós döntéseit a maximális bruttó jövedelemre törekvés mellett a fagykár kockázat csökkentése, továbbá a szüreti időszakban az élőmunkaerő egyenletes leterhelése egyaránt befolyásolják. E döntési problémák elemzése a több kritériumú döntéshozatal témakörébe tartozik. Erről éppen az alkalmazás oldaláról jelentkező igény hatására mind a nemzetközi [1], [2], [7], [9], mind a hazai irodalomban [4], [5], [8], [10], [12] egyre több publikáció jelenik meg. E tanulmányokban az elemzés spektruma rendkívül széles, játékelméleti módszerek éppúgy megtalálhatók, mint az efficiens (Pareto-optimális) megoldásokat szolgáltató algoritmusok, vagy a speciális interaktív eljárások.

A bevezetőben említett döntési problémáinkat, a mezőgazdasági gyakorlatban leginkább alkalmazott lineáris programozás keretei közt maradva, több célfüggvény segítségével a következő formában fogalmazhatjuk meg:

$$\begin{gathered} x \geq 0 \\ \underline{A\,x \gtreqless b} \\ c_i^T x \to \max \quad i = 1, 2, \ldots, n. \end{gathered} \tag{1}$$

A feladat megoldására több módszert javasol a szakirodalom. A legkézenfekvőbb megoldás az, ha az n darab célfüggvényt különböző súlyszámok segítségével egyetlen célfüggvénybe sűrítjük, a lineáris kombináció elve alapján. Ismerve a középtávú vállalatfejlesztési tervek leggyakrabban szóba jövő célfüggvényeinek képzési metodikáját, ez az út nem mindig járható. Számos esetben már dimenziókra vonatkozó azonosság minimális kritériuma sem teljesül, s akkor még nem beszéltünk a dimenziók megegyezésén túl, az érdekeltségi viszonyok reális kifejezésének szükségességéről, ami a gazdasági szakemberek számára nem könnyen tisztázható probléma.

Amennyiben célfüggvényeink között preferencia-sorrendet tudunk megadni, úgy modellünket először a legfontosabb célfüggvény szerint optimalizálhatjuk. Ezután a lehetséges megoldások halmazát leszűkítjük az első célfüggvény szerinti optimális megoldások halmazára és újból optimalizálunk, most már a második célfüggvény szerint. Az eljárást az n-edik célfüggvényig megismételjük, így gazdasági elvárásainkkal összhangban levő eredményt kaphatunk. Komplex vállalatfejlesztési modelljeink azonban nem mindig szolgáltatnak alternatív optimumokat, miáltal a második és az utána következő célfüggvényekben megfogalmazott törekvések nem jutnak kifejezésre.

Ez az ellentmondás bizonyos mértékig feloldható úgy, hogy további célfüggvényeket építünk be a modellbe [5]. Ekkor a modellt optimalizáljuk a $2, 3 \ldots, n$-edik célfüggvény szerint, és az optimális $Z_2, Z_3, \ldots, Z_n$ célfüggvényértékek segítségével az i-edik célfüggvény számára a következő feltételt szabjuk:

$$c_i^T x \geq \alpha_i Z_i \quad (0 \leq \alpha_i \leq 1, \quad i = 2, \ldots, n) \tag{1}$$

és e feltételek mellett optimalizáljuk az első célfüggvényt.

A módszer alkalmazása két szempontból lehet kérdéses. Egyrészt az így meghatározott korlátok realitásáról nem rendelkezünk kellő ismeretekkel. Ezen információk megszerzése, kiszámítása körülményes, csak mélyebb elemző munkával vagy előzetes modellszámítás révén lehetséges. Ugyanis nem biztos, hogy a célfüggvények előre meghatározott súlyok szerinti kielégítése ellentmondásmentesen megoldható. Másrészt, ha az α_i-értékeket az ellentmondásosság elkerülése érdekében alacsony szinten rögzítjük, ez a gazdaság lehetőségeinek indokolatlan leszűkítését jelentheti a feltételrendszerbe épített célfüggnyekre nézve.

Ehhez az eljáráshoz hasonló az úgynevezett szuboptimális programozási módszer, melynél az első célfüggvény értékének csak a közelítő maximumára $85-90\%$-ára törekednek, s e korlát mellett maximálják a másodlagos célfüggvényeket [7].

További lehetőség a lineáris programozás területén könnyen kezelhető efficiens programok meghatározása számítógép segítségével.

A matematikai modell szokásos alakja a következő:

$$\begin{array}{c} x \geq 0 \\ A\,x \gtreqless b \\ C\,x \geq Cx_0 \\ \hline 1^T Cx \to \max, \end{array} \tag{2}$$

ahol x_0 az (1) feladat egy lehetséges megoldása, míg C a célfüggvényegyütthatók mátrixát jelenti. A kapott x^* program efficiens (Pareto-optimális), ha $1^T Cx^* = 1^T Cx_0$. Ha nem, úgy x_0 helyébe x^*-ot írva eljárásunkat mindaddig ismételjük (véges lépés szükséges), míg az előírt egyenlőség be nem következik. Lineáris vektormaximum problémák efficiens pontjainak létezéséről [8] alatt szerezhetünk bővebb ismereteket. Mind a külföldi, mind hazai vonatkozásban több sikeres alkalmazásra tekinthet vissza a célprogramozás (goal-programming) módszere, [1] [4]. Az eljárás lényege, hogy a döntéshozók által kijelölt, vagy valamilyen előzetes számítás útján meghatározott ideális pont, célkitűzés $c^* = (c_i^*)$ lehető legjobb megközelítésére törekszik.

A céltérben az ideális pont és a ténylegesen elérhető eredmény vektorok távolságának méréséhez különböző metrikák bevezetése szükséges. A formális megfogalmazás a következő:

$$\begin{array}{c} x \geq 0 \\ A\,x \gtreqless b \\ \hline \varrho(c^*,\ Cx) \to \min. \end{array} \tag{3}$$

Az egyik leggyakrabban használt távolságfüggvény minimalizálása a $\varrho_\infty = \max_i \mid c_i^* - c_i^T x \mid \to \min$ formába írható, így (3) feladatunk az alábbi lineáris programozási feladat megoldását igényli:

$$\begin{array}{c} x \geq 0 \\ A\,x \gtreqless \mathrm{b} \\ c_i^T x \geq c_i^* - d \ (\forall_i\text{-re}) \\ c_i^T x \leq c_i^* + d \ (\forall_i\text{-re}) \\ \hline d \to \min. \end{array} \tag{4}$$

Más esetben a $\varrho_1 = \Sigma \mid c_i^* - c_i^T x \mid = \Sigma\, d_i$ metrika esetén a formális megfogalmazás a következő:

$$\begin{array}{cl} x \geq 0 & \\ A\,x \gtreqless b & \\ c_i^T\,x \geq c_i^* - d_i & (\forall_i\text{-re}) \\ c_i^T\,x \leq c_i^* + d_i & (\forall_i\text{-re}) \\ \hline \Sigma\, d_i \to \min. & \end{array} \tag{5}$$

A gyakorlati alkalmazás során a fenti két eljárással, s ugyanígy az efficiens programokat szolgáltató programmal szemben is az a kifogás merülhet fel, hogy a célfüggvények egymással egyenrangúak, ilyen formában nem tudjuk a preferált célok jelentőségét kifejezni. Ha e metrikákat mégis súlyozzuk, s erre van lehetőség, kevés támpont áll rendelkezésünkre a súlyszámok reális kialakításához.

A fenti elemzés alapján nyilvánvaló, hogy a vállalatfejlesztési döntések megalapozására olyan módszert kerestünk, amely

— lehetővé teszi, hogy különböző dimenziójú és közgazdasági tartalmú célfüggvényeket egyetlen célfüggvénybe összesűrítsünk;

— a közös célfüggvényben a különböző célfüggvényeket előre eldöntött értékek szerint súlyozza és így az optimális megoldásban a különböző célok súlyarányosan érvényesülnek.

— a lineáris programozás keretét nem lépi túl, s a több célnak megfelelő optimális megoldás meghatározásához a célfüggvények egymáshoz viszonyított súlyszámainak megállapításán kívül más szubjektív paraméter becslését lehetőleg nem igényli.

E céloknak a kompromisszum-programozás módszere felelt meg leginkább, melyet az alábbiakban röviden összefoglalunk. Adott egy gazdaság tevékenységét modellező feltételrendszer és a vállalat által kijelölt, n db célfüggvényben megfogalmazott törekvési irány (1) szerint.

Oldjuk meg először az n db célfüggvényre az

$$\begin{array}{c} x \geq 0 \\ A\,x \gtreqless b \\ \hline c_i^T\,x \to \max \end{array} \tag{6}$$

feladatot és jelöljük az így kapott optimális célfüggvényértékeket M_i-vel. Ezután oldjuk meg a feladatot ismét n-szer

$$\begin{array}{c} x \geq 0 \\ A\,x \gtreqless b \\ \hline c_i^T\,x \to \min \end{array} \tag{7}$$

szerint, s jelöljük ezen célfüggvényértékeket m_i-vel, ahol $i = 1, 2, \ldots, n$ értékeken fut végig.

Ezen megoldások eredményei – eltekintve egyelőre attól, hogy a kompromisszum célfüggvényünk kialakításához nélkülözhetetlen részeredmények –, már önmagukban is jelentős információk hordozói. Általuk betekintést nyerhetünk az adott vállalat gazdálkodásának különböző célok szerinti kereteibe, így például megtudhatjuk, hogy milyen maximális és minimális nettó jövedelemre tehetnek szert a termelés technikájának, technológiájának, struktúrájának megválasztásától függően, vagy például milyen maximális, illetve minimális beruházási igénnyel lehet számolni.

A gazdaság természetesen minden célját maximálisan szeretné teljesíteni, vagyis minden célfüggvény értéke a lehető legjobban közelítse meg az elméleti optimumot, tehát a

$$c_i^T x - m_i \tag{8}$$

kifejezés minél jobban közelítse meg a $M_i - m_i$ értéket. Ha (8) kifejezés helyett a

$$\frac{c_i^T x - m_i}{M_i - m_i} \tag{9}$$

formulára térünk át, akkor ennek értéke a $[0, 1]$ intervallumban helyezkedik el. A kifejezés értéke nulla, ha az adott célfüggvény szerinti legrosszabb termelési szerkezet jött létre, s az 1 értéket veszi fel, ha a célfüggvény szempontjából optimális a vállalat tevékenysége. A célfüggvények ilyen jellegű normálása egyrészt a különböző dimenziókat tünteti el, vagyis minden célfüggvény dimenzió nélküli puszta számmá alakul, másrészt az egymáshoz viszonyított súlyozás lehetőségét is megteremti, a célfüggvényeknek a normálással megvalósított egyenértékűsége alapján. A célfüggvényeknek az általunk szükségesnek ítélt, egymáshoz viszonyított súlyát reprezentáló $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ értékek segítségével (1) feladatunk most már a következő formában fogalmazható meg:

$$\begin{array}{c} x \geq 0 \\ A\,x \gtreqless b \\ \hline \sum\limits_{i=1}^{n} \alpha_i \dfrac{c_i^T\,x - m_i}{M_i - m_i} \to \max. \end{array} \tag{10}$$

A kompromisszum programozás is a célprogramozás speciális esetének tekinthető, ugyanis (10) célfüggvénye mint arról bárki könnyen meggyőződhet, az optimalizálás szempontjából egyenértékű a

$$\sum_{i=1}^{n} \alpha_i \frac{M_i - c_i^T x}{M_i - m_i} \rightarrow \min \tag{11}$$

célfüggvénnyel, ami formálisan az ideális $M^* = \left(\frac{\alpha_i M_i}{M_i - m_i}\right)$ pont lehető legjobb megközelítésére törekszik a

$$\varrho_1 = \sum_{i=1}^{n} \left(M_i^* - \frac{\alpha_i c_i^T}{M_i - m_i} x\right) \tag{12}$$

metrika szerint. Talán a (10) célfüggvényében valamivel szemléletesebb az α_i súlyvektorok jelentése.

Ez az eljárás természetesen nem alkalmazható, ha valamelyik célfüggvényre $M_i = m_i$. Ebben az esetben az adott célfüggvény figyelmen kívül hagyható, s $n - 1$ db célfüggvénnyel kompromisszum-célfüggvényünket előállíthatjuk. Nézzük meg ezek után a módszer két alkalmazását:

1. *Példa*

A szántóföldi növénytermesztés szerkezetét optimalizáló modellünkben az őszi búza, kukorica, hibrid kukorica, cukorrépa, napraforgó és a lucerna ágazatok jövedelmezőségi és költségviszonyainak elemzéséhez használtuk fel a kompromisszum programozás módszerét. A modellbe 18 erőforrás-változót építettünk be. Vállalatunk két alapvető célt fogalmazott meg:

— törekvés maximális bruttó jövedelemre,
— törekvés minimális költség-ráfordításra.

Gazdaságunk 5000 ha termőterülettel rendelkezik, ezen kívül az egyes ágazatok viszonylag szűkös határok között változtathatják termőterületüket.

Így:	őszibúza	500—2000 ha között
	kukorica	500—2000 ha között
	hibrid kukorica	50— 200 ha között
	cukorrépa	200— 500 ha között
	napraforgó	200— 600 ha között
	lucerna	100— 300 ha között

Az egyes ágazatokban a következők a célfüggvény-koefficiensek:

Célfüggvény	Őszibúza	Kukorica	Hibrid kukorica	Cukorrépa	Napraforgó	Lucerna
Bruttó jövedelem ezer Ft/100ha	1122	1248	2832	2277	1368	1955
Összköltség ezer Ft/100ha	709	1353	1624	1708	867	2366

Sem a bruttó jövedelem, sem az összköltség ágazati együtthatói nem tartalmazzák az erőgépek fix költségeit. A fix költségeket a műszakfelhasználás arányában terhelik az egyes ágazatokra, ez a modell feltételrendszerében külön csoportot alkot.
A termelési szerkezet változásait az alábbi táblázat tartalmazza

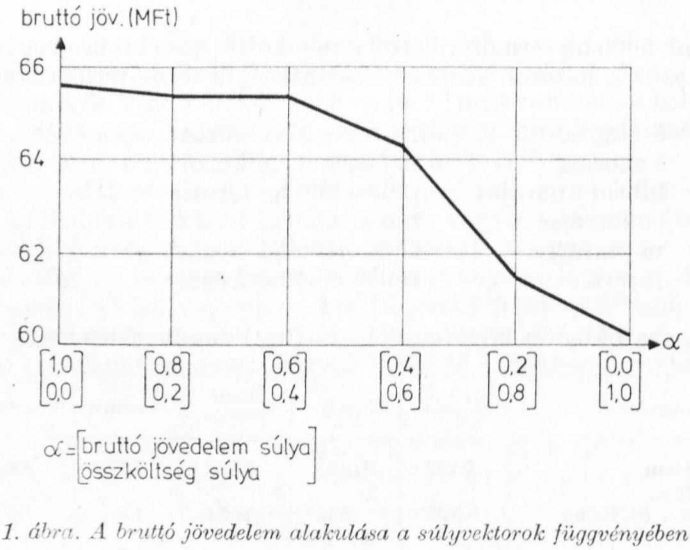
Súlyszámok (α_i))		Ágazatok területe ha					
Bruttó jövedelem max.	Összköltség min.	Őszibúza	Kukorica	Hibrid kukorica	Cukorrépa	Napraforgó	Lucerna
1,0	0,0	1400	2000	200	500	600	300
0,8	0,2	2000	1400	200	500	600	300
0,6	0,4	2000	1400	200	500	600	300
0,4	0,6	2000	1600	200	500	600	100
0,2	0,8	2000	1900	200	200	600	100
0,0	1,0	2000	2000	100	200	600	100

A táblázatból kitűnik, hogy a felsorolt ágazatok közül területegységre vetítve a búza hozza a legkevesebb bruttó jövedelmet. A költségcsökkentés fokozatos előtérbe helyezésével a búza szerepét a kukorica veszi át.

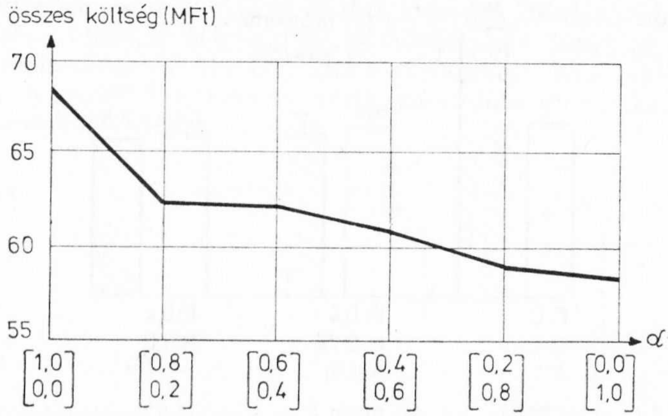
A költségcsökkentés jelentőségének további növelésével a búza mellett a kukorica is egyre nagyobb területen termeszthető, míg költségigényességük révén először a lucerna, azután a cukorrépa, végül a hibrid kukorica területe szűkül le. A napraforgó mind a bruttó jövedelem, mind a költségigénytelenség szempontjából kedvező növénynek mutatkozott.

A táblázatban szembetűnő, hogy a változó súlyszámokat nem követi folyamatosan a termelési szerkezet változása. Ez ugyanis nemcsak az új célfüggvénytől, hanem a lehetséges megoldások poliédrikus halmazától is függ. A bruttó jövedelem és a költségszint alakulását az első és második ábrán közöljük.

A költség jelentősebb csökkenése kezdetben csak kismérvű bruttó jövedelem csökkenéssel járt együtt, a folyamat végén viszont ennek ellenkezője tapasztal-



1. ábra. A bruttó jövedelem alakulása a súlyvektorok függvényében



2. ábra. Költségszint alakulása a súlyvektorok függvényében

ható; kismérvű költségmegtakarítás erőteljes bruttójövedelem visszaesést eredményez. A két érdek optimális egyeztetése az $\alpha' = \begin{bmatrix} 0{,}8 \\ 0{,}2 \end{bmatrix}$ és $\alpha'' = \begin{bmatrix} 0{,}6 \\ 0{,}4 \end{bmatrix}$ intervallumban valósul meg.

A nettó jövedelem és a költségráfordítás viszonyának vizsgálatakor az előbbiekhez hasonló eredményre jutottunk, azzal a különbséggel, hogy a nettó jövedelem szempontjából a kukorica ágazat a búzáénál kevésbé hatékony.

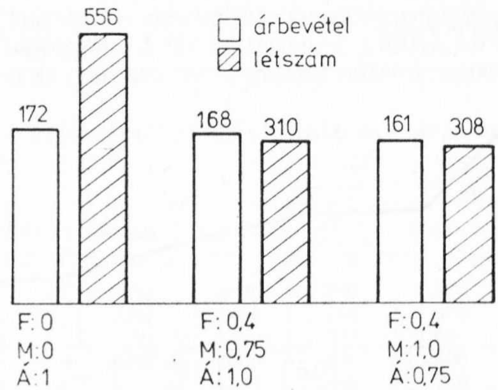
Meg kell jegyezni, hogy a minimum értékek bizonyos mértékig függnek a modellszerkesztés esetlegességétől. Így a modellt kidolgozó szakembereknek a modell feltételrendszerének megfogalmazásakor sokkal körültekintőbben kell eljárniuk, mint egyetlen célfüggvény alkalmazása esetén.

2. *Példa*

A kertészeti ágazatban a kompromisszum programozás nagyon jól alkalmazható a jövedelmezőségnek és más speciális céloknak az egyeztetésére. Így például a szőlőtermesztés és feldolgozás területén az árbevétel vagy a bruttó jövedelem maximumára törekvés mellett lehetőség szerint csökkenteni kell a fagykár kockázatát, a szüretelési időszakban pedig a munkaerő egyenletes leterhelése is jogos követelmény.

A Soroksári Tangazdaság szőlőterületének rekonstrukciós és fejlesztési döntéseit ilyen matematikai-programozási modell kiértékelésével alapoztuk meg. A fagykár csökkentését (F), a munkaerő egyenletes felhasználását (M) és a maximális árbevétel ($\acute{A}$) elérését reprezentáló célfüggvények súlyozását és a súlyozás eredményét a 3. ábra tartalmazza.

A modell mintegy 250 feltételt és 350 változót tartalmazott a fent említett három célfüggvény mellett. Mivel a modell egyszeri futtatása 6–8 órát vett igénybe, nem tudtunk annyi változatot kiszámítani, mint a jóval kisebb szántóföldi modellünk esetében, de már két kompromisszum-célfüggvénnyel történő futtatás (a 3. ábrán második és harmadik változat) elfogadható eredményeket szolgáltatott.



3. ábra. Az árbevétel ▭ *és a létszám* ▨ *a súlyviszonyok függvényében* (MFt, ill. fő)

Az egyenletes munkaerő-felhasználást a súlyarányok változtatásával, a munkacsúcsok lefaragásával, az árbevétel viszonylag kismérvű csökkentése révén sikerült megvalósítani. Ez a megoldás a vállalat többirányú célkitűzésének is megfelel. A létszám további minimális csökkentése viszonylag nagymérvű árbevétel kiesést indukál, így a vállalat számára mindenképpen a második változat a legkedvezőbb.

A fagykár-kockázat a különböző súlyozások folyamán elfogadható szinten maradt és lényegesen nem változott.

E módszer gyakorlati alkalmazása, hasonlóképpen a korábban vázolt módszerekhez, szintén nem problémamentes. A nehézségek a vállalatfejlesztési modelleknek a különböző célfüggvények szerinti minimalizálásakor jelentkeznek. Az erőforrás-kapacitásokat optimalizáló modelljeinkben nem szoktuk rögzíteni, hanem változókat építünk be az optimális mennyiség meghatározására. E változók célfüggvényértékei az erőforrások évi fix költségeit hordozzák, például a maximális nettó jövedelmet képviselő célfüggvény esetében. A modell minimalizálásakor ezen változók miatt a feladat általában nem korlátos. Az ilyen és ehhez hasonló problémák nem mindig oldhatók meg teljes egzaktsággal, gyakran kell különböző közelítésekkel élnünk.

Optimalizáló modellünk leegyszerűsített formában a 4. ábrán látható. A feltételrendszerből kiemeltük az erőforrásokra vonatkozókat, míg a célfüggvényünkből a maximális bruttó vagy nettó jövedelemre törekvést fogalmaztuk meg, az egyszerűség kedvéért csak előjeles formában.

Az erőforrásokra vonatkozó feltételrendszerben az első blokkban szereplő $a_{ij}(i = 1, \ldots, m, j = 1, \ldots, r)$ együtthatók értéke pozitív vagy 0, attól függően, hogy az i-edik erőforrás a j-edik ágazat számára egy adott hónapban hány műszaknapot teljesít az adott 100 hektáron. E modell-konstrukcióban minden erőforrás számára csak abban a hónapban adtunk meg mérlegfeltételt, amelyikben a legtöbb műszakfelhasználás várható.

A feltételrendszer harmadik blokkjában szereplő $d_{i,k}(i = 1, \ldots, m, k = 1, \ldots, m)$ együtthatók értéke negatív, ha $i = k$ és 0, ha $i \neq k$. A negatív értékek az adott erőforrás által az adott hónapban ledolgozható műszaknapok számát jelentik. Ezek az egyenlőtlenségek írják elő, hogy a szükséges számú műszaknap minden erőforrásból rendelkezésre álljon.

Célfüggvényünk első blokkját az ágazatok bruttó jövedelmi hozzájárulásait hordozó értékek alkotják 100 hektárra kivetítve, az erőforrások fix költségei nélkül. Az erőforrások évi fix költségei a célfüggvény harmadik blokkjában találhatók és a modell feltételrendszerének közvetítésével csökkentik a bruttó jövedelem számított értékét.

Feltételek	Ágazati változók 1, 2, ... r	Egyéb változók	Erőforrás változók 1, 2, ... m	Rel.	b
. . .					
1. erőforrás				$\leq$	0
2. erőforrás				$\leq$	0
.	A_1		D_1		.
.					.
m. erőforrás				$\leq$	0
.					
Célf. Bruttó jöv.	+ + ...+		− ......−		max

4. ábra. Mezőgazdasági vállalatok termelési szerkezetét optimalizáló modell felépítése

Lényegében ilyen modell felhasználásával vizsgáltuk az 1. példánkban a bruttó jövedelem és az önköltség együttes alakulását. A modell számítógépes kiértékelése során a minimumok meghatározása problémamentes volt, mivel az erőforrás mérlegekre vonatkozó $\leq$ relációkat $\geq$ relációkra cserélve a modell korlátos maradt. Ha az egyéb változók között az erőforrásváltozókhoz hasonló további változók szerepelnek, alkalmas relációk felírásával ezek is korlátossá tehetők.

Nehézségek akkor jelentkeznek, ha az erőforrásokra vonatkozó mérlegfeltételeinket nemcsak a csúcsidőszakra írjuk elő, hanem mindazokra a hónapokra, amelyekben egyáltalán tevékenykedhetnek. Ezt a tettük 2. példában szereplő feladat modelljének megszerkesztésekor is.

A modell ekkor az 5. ábrán látható struktúrával rendelkezik. Természetesen nem mindig 12 hónapra részletezzük a modellt. Az A_i mátrix együtthatóinak jelentése megegyezik az előzőekben felírtakkal. A D_i mátrix együtthatói az i-edik oszlop kivételével 0 értéket vesznek fel. Az i-edik oszlop értékeinek jelentése a korábbi nem-nulla d_{ik} értékekkel azonos, s a célfüggvény-együtthatók is megtartották korábbi jelentésüket.

A bruttó jövedelem szerinti minimalizáláskor most nem fordíthatjuk meg az erőforrásokra vonatkozó egyenlőtlenségek irányát, mert ezzel az adott erőforrás darabszámát azon a legalsó szinten állapítanánk meg, mely darabszám a legkevesebb műszaknapot igénylő hónapban szükséges. Ez a gazdasági szakemberek számára nyilván elfogadhatatlan.

Egy másik, jóval pontosabb, közelítés érdekében az 5. ábrán látható modellünket tovább részletezzük az erőforrás változók szétbontásával. Minden erőforrás változóból annyi új változót képezünk, ahány hónapban az erőforrást használják. Ezzel feladatunkat lényegében visszavezettük a 4. ábrán látható

Feltételek		Ágazati változók 1 2 ..... r	Egyéb változók	Erőforrás változók 1 2 ...... m	Rel.	b
⋮						
1. erőforrás	I.				≤	0
	II.	A_1		D_1	≤	0
	⋮				⋮	⋮
	XII.				≤	0
2. erőforrás	I.				≤	0
	II.				≤	0
	IV.	A_2		D_2	.	.
	VI.				.	.
	IX.				≤	0
⋮						
m. erőforrás	VI.				≤	0
	VII.	A_m		D_m	≤	0
	VIII.				⋮	⋮
	IX.				≤	0
⋮						
Célf. Bruttó jöv.		+ + ... +		− − .... −		max

5. ábra. A modell felépítése részletes erőforrásfelhasználással

strukturához, azzal a különbséggel, hogy tisztázni kell az új változók célfüggvény-együtthatóinak tartalmát. Ide nem kerülhetnek most az erőforrások évi fix költségei, mert ugyanazon erőgép szerepel egy másik hónapban is, így a ténylegesnél többször csökkentenénk egyazon gép fix költségével a bruttó jövedelmet. Ha kiszámítjuk, hogy az adott vállalatnál egy műszaknapra átlagosan mekkora fix költség jut, majd ezt megszorozzuk az adott gép által az adott hónapban ledolgozható műszaknapok számával, ezek az értékek, feltételezve, hogy a gépek műszakteljesítése lényegesen nem változik, a célfüggvényünkbe a megfelelő helyre már beírhatók.

A létszám és a fagykár-kockázat maximális, illetve minimális értékei esetén a fentihez hasonló közelítésekre nem volt szükség, ezeket a paramétereket pontosan meg lehetett határozni.

A modell viszonylag egyszerű szerkeszthetősége és kezelhetősége, továbbá a szántóföldi növénytermesztésben és a kertészeti ágazatokban kapott, a gyakorlati tervezés számára rendkívül hasznos eredmények alapján e módszer más mezőgazdasági problémák vizsgálatára is javasolható. Jelentősége túlnő a vállalati gazdálkodás keretein, s népgazdasági szinten is fontos segédeszköz lehet olyan konfliktushelyzetek elemzéséhez, ahol a döntések különböző érdekek egyeztetésének jegyében születnek.

(Beérkezett: 1982. július 5-én.)

IRODALOM

1. Bell, D. E.—Keeney, R. L.—Raiffa, M.: *Conflicting objectives in decisions.* Luxemburg, 1977.
2. Cochran, J. L.—M. Zeleny: *Multiple criteria decision making,* Columbia, 1973. University of South Carolina Press
3. Csáki Cs.—Mészáros S.: *Számítógép a mezőgazdasági vállalatok irányításában.* Budapest 1976. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó
4. Csete L.—Harnos Zs.—Láng J.: Magyarország agrárökológiai potenciáljának várható alakulása 2000-ig. *Gazdálkodás* 1981/I.
5. Krekó B.: *Optimumszámítás.* Budapest, 1974. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.
6. Pillis P.: *Mezőgazdasági modellek.* Budapest, 1978. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó.
7. Powell, R. A.—Hardaker, J. B.: Suboptimal programming methods for practical farm planning. *Rev. of Marketing and Agric. Econ.* Vol. 37. No. 2. 1969.
8. Stahl J.: Lineáris vektormaximum problémák efficiens pontjainak létezéséről. *Szigma* 1981. 2—3. szám
9. Szidarovszky, F., Yakovitz, S.: *Principles and procedures in numerical analysis.* New-York 1978. Plenum Press.
10. Szabadkai A.—Szidarovszky F.: *Döntéselőkészítési módszerek alkalmazása.* Budapest, 1983. Mezőgazdasági Kiadó.
11. Tóth J.: *Mezőgazdasági vállalatok automatizált tervezése.* Budapest, 1981. Mezőgazdasági Könyvkiadó.
12. Udovecz G.: *A harmonikus fejlődés főbb kérdései az élelmiszertermelésben.* Budapest, 1982. Akadémiai Kiadó.

ANALYSIS OF AGRICULTURAL ENTERPRISE GOALS BY MEANS OF COMPROMISE PROGRAMMING

For the foundation of development decisions of agricultural enterprises such method was looked for that

— enables the condensation of objective functions of different dimension and economic contents into one,

— in the joint objective function predetermined weights should be given to the various goals,

— the linear programming framework should not be exceeded and for determining the optimum of several objectives possibly no more subjective parameter should be estimated than the relative weights of the objective functions.

The method of compromise programming suited best these goals but the practical application of this method is not free of problems. Difficulties arise with optimization to minima according to various objective functions. It occurs that only approximative values of these minima can be determined but the accuracy of these approximations has met the practical requirements according to experience obtained so far.

The model is relatively simple to construct and to work with. The results obtained for field crops and in horticulture proved useful for practical planning. Hence this model may be proposed also for the examination of other agricultural problems. It may become an important tool also at national economic level with the analysis of such situations where decisions are made with the reconciliation of conflicting interests.

АНАЛИЗ ЦЕЛЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПОМОЩЬЮ КОМПРОМИССНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

К обоснованию решений, способствующих развитию сельскохозяйственных предприятий' мы искали такой способ, который отвечает следующим критериям:

— дает возможность сместить целевые функции разных размерностей и разного экономического содержания в одну общую целевую функцию;

— в общей целевой функции разные функции должны осуществляться по заранее определённым весовым значениям;

— необходимо остаться в рамках линейного программирования, при определении многоцелевой оптимальной функции кроме установления весовых отношений разных функций нельзя принимать во внимание никакие субъективные параметры.

Всем этим целям наиболее соответствует способ копромиссного программирования, но при его практическом использовании возникают проблемы. Затруднения появляются при оптимализации минимумов разных целевых функций. Иногда величины минимумов определяются только приблизительно, но точность этих приближений до сих пор всегда отвечала требованиям практики.

Ввиду сравнительно простой конструкции и удобства использования модели, а также учитывая полезные для практического планирования результаты, полученные в полеводстве и садоводстве, этот способ можем рекомендовать и для исследования других сельскохозяйственных проблем. Этот способ может быть хорошим вспомогательным средством и на уровне народного хозяйства, где решения получаются в результате согласования разных интересов.