
JOURNAL OF CENTRAL EUROPEAN GREEN INNOVATION

HU ISSN 2064-3004

DOI: 10.33038/JCEGI.2018.6.4.31

Available online at <http://greeneconomy.uni-eszterhazy.hu/>

EGY MEZŐGAZDASÁGI VÁLLALKOZÁS VERSENYHELYZETÉNEK
VIZSGÁLATA ÁGAZATI MUTATÓKKAL
ANALYSIS OF COMPETITION IN AN AGRICULTURAL
ENTERPRISE WITH SECTOR INDICATORS

CSIPKÉS MARGIT / MARGIT CSIPKÉS
(csipkes.margit@econ.unideb.hu)

Összefoglalás

Egy mezőgazdasági üzemben az éves terv elkészítésekor az erőforrások figyelembevétele mellett, illetve a piaci lehetőségek számbavételével olyan termelési szerkezetet kívánunk megvalósítani, amely maximális jövedelmet biztosít a vállalkozás számára. Az éghajlat változásának hatására megfigyelhetők az extrém időjárási viszonyok gyakoribb előfordulása, melyeket a különböző termőhelyi adottságokon a szántóföldi kultúrák eltérően tolerálnak. Amikor a végleges termelési szerkezet eldöntésre kerül, akkor a kockázati szempontokat is figyelembe veszik a döntéshozók a döntéshozatalban. A környezetterhelés csökkentésének törekvése is egyre nagyobb szerepet játszik a döntéshozatalban. Ezek a célok gyakran ellentétes irányúak, amelyek összehangolására, illetve kompromisszumok keresésére megfelelő eszköz lehet a többcélú programozás. Cikkemben ennek az alkalmazási lehetőségeit mutatom be. Számításaimhoz különböző vállalatgazdasági mutatókat használok súlyozásként, illetve több számítási módszert is alkalmazok a kalkulációimhoz. Az általam elkészített számítások mindegyike gyakorlatban jól alkalmazható, mivel konkrét mezőgazdasági vállalkozások adataiból kerültek kiszámolásra az egyes mutatók.

Kulcsszavak: célprogramozás, mezőgazdaság, termelési költség, jövedelem, ágazati eredmény

JEL kód: Q14

Abstract

When preparing the resources taken into account for the annual plan of a farm, and the market opportunities by taking into account the production structure because we wish to achieve the maximum income to provide for the business. The effect of changes in climate observed increased incidence of extreme weather conditions, which were tolerated, unlike field crops for different site conditions. When the final production structure will be decided in the risk factors are taken into account by decision-makers in decision-making. The environmental impact reduction effort also plays an increasing role in decision-making. These goals are often opposite direction, which have to be coordinated and compromised to find a suitable device and this can be the multi-purpose programming. I am presenting the application possibilities of this in my article. For my calculations, I use different enterprise metrics as a weighting and apply multiple calculation methods to my calculations. All of my calculations can be applied well in practice as individual indicators are computed from specific agricultural businesses data.

Keywords: goal programming, agriculture, production cost, income, sectoral results

JEL code: Q14

Bevezetés / Introduction

A programozási modellekben általában egy célt figyelembe véve végezzük el az optimalizálást. Az ökonómiai modellekben ez leggyakrabban a jövedelem maximalizálása vagy a költségek minimalizálása. Gyakran azonban egy időben több eltérő cél elérését tűzi ki maga elé a döntéshozó. Egy termelő tevékenységet folytató vállalkozás például a rendelkezésre álló erőforrásokat a legnagyobb hatékonysággal szeretné működtetni, ami a legtöbb esetben több, akár ellentmondásos cél egyidejű elérését igényli. Ilyen ellentétes cél az, ha egy vállalkozás egyszerre szeretné a költségeit minimalizálni és a jövedelmét maximalizálni. A kettős cél ebben az esetben csak akkor tud megvalósulni, ha úgynevezett kompromisszumos megoldást alakítunk ki, mely nem lesz optimális, csak az optimális megoldáshoz közeli lesz.

Cikkemben ezért is a többcélú modellezést mutatom be egy mezőgazdasági vállalkozás példáján keresztül. Az optimalizálás elkészítésénél alkalmazom a szekvenciális programozást, a korlátok módszerét, a célprogramozást, illetve a többcélú programozást minimax célfüggvénnyel. A számítások elvégzésével céлом az, hogy rámutassak, hogy az egyes számítási módszerekkel milyen döntések alapozhatóak meg kellő módon.

Anyag és módszer / Material and methods

A többcélú programozás széles körben alkalmazott a közgazdaságban, a pénzügyi világban, a termelési folyamatokban, a termelési szerkezet optimalizálásban, illetve egyéb más számos területen is (Berbel, 1993; Hardaker et al., 1997; Hardaker et al., 2004). Az alkalmazott módszerek is igen változatosak, az operációkutatási módszerek széles körét alkalmazzák a különböző problémák (például: speciális többcélú gyártásütemezés a változó igényeknek megfelelő gyártás esetén, egyes gyártóhelyeken a szűk kapacitás figyelembevételével) megoldására. A többcélú programozás mezőgazdasági alkalmazása is széleskörűen elterjedt (például mezőgazdasági ágazatok jövedelemoptimalizálása a kockázati tényezők figyelembevételével). A többcélú programozási modelleknek számos változatáról, megoldási algoritmusáról jelentek már meg publikációk (Nagy – Csipkés, 2017; Nagy, 2009; Ertsey, 1974; Csáki – Mészáros, 1981). Colapinto et al. 2015-ben megjelent cikke részletes áttekintést és összefoglalást nyújt a modellek kialakulásáról a fejlődésükről és a különböző szakterületeken történő alkalmazásukról.

A korábbi kutatásaimban (Csipkés, 2011; Csipkés – Gál, 2016) már a lineáris programozási modellek alap mérlegfeltételeit megfogalmaztam a mezőgazdasági vállalkozásokra vonatkozóan. Ezen mérlegfeltételekre alapozva alakítottam ki a jelenlegi cikkben a szükséges mérlegfeltételeket, illetve a döntéshozó által preferált

különböző célokat. A különböző célok miatt a termelőknek kompromisszumokat kell kötniük (döntés esetén szükségszerű) a saját körülményeiknek figyelembevételével, ezért is nehezen tudtam a mérlegfeltételeket megfogalmazni. A többcélú lineáris programozási modell egyszerre (párhuzamosan) több célt vesz figyelembe az optimális megoldás elérése érdekében, mely rendszerszemléletű döntéseket tesz lehetővé. Az alkalmazott mérlegfeltételeim:

$x_j \geq 0 \quad j=1,2,3,..n$	<i>Cél:</i>	<i>Jelmagyarázat:</i>
$\sum_j a_j x_j \leq b_i$	$\sum_j c'_j x_j = \text{optimum}$	x_j : változó
$\sum_j a_j x_j \geq b_i$	⋮	a_j : fajlagos szükséglet
$\sum_j a_j x_j = b_i$	$\sum_j c'_k x_j = \text{optimum}$	b_i : korlát
		c'_k : célfüggvény együttható

Több cél esetén az egyik legkézenfekvőbb modellezés az alternatív programozás (jelen kutatásomban ezzel nem foglalkozom), míg a másik az alkalmazott többcélú programozás (a szekvenciális, a korlátok módszere, a célprogramozás, illetve a minimax-os többcélú programozás). A következőkben az alkalmazott többcélú programozást kívánom bemutatni.

A) Szekvenciális programozás / A) Sequential programming

A szekvenciális programozásnál fontossági sorrendet állítunk fel a célok között. Az optimalizálást a legfontosabbnak tartott céllal kezdjük: $f_1(x) = \sum_j c'_{1j} x_j$ amelynek a megoldáshalmaza legyen L_1 . Ezt követően a fontossági sorrendnek megfelelően optimalizálunk a további célokkal, és megkapjuk az L_2, L_3, \dots, L_m megoldáshalmazokat. Ha létezik olyan közös L , amelyre $L \subset L_{m-1} \subset \dots \subset L_2 \subset L_1$, akkor mindegyik célfüggvénynek van optimuma az L halmazon, egyébként nem optimalizálható együtt az összes cél.

A **szekvenciális programozás** módszere nagyon egyszerű. A hatékonysága azonban megkérdőjelezhető, de van két kifejezett előnye (Hanzell – Norton, 1986; Ragsdale, 2007):

- Egyrészt be lehet azonosítani az azonos optimumokhoz tartozó célokat, amely lehetővé teszi, hogy a további elemzéseknél csökkentsük a célfüggvények számát.
- Másrészt mindegyik célfüggvénynél megismerjük a korlátainkhoz (erőforrások, piaci feltételek, stb.) tartozó szélsőértékeket, ami szintén hasznos információ a további vizsgálatoknál.

B) Korlátok módszere / B) Limit method

Itt a legfontosabb cél kerül a célfüggvénybe, az összes többi célt korlátozó feltételként kezeljük, és ezeknél a feltételek jobb oldalára olyan p_i konstans kerül, ami az i -edik feltételre előzetesen meghatározott minimális (m_i) vagy maximális (M_i) célértékek között van, vagyis $m_i \leq p_i \leq M_i$. A szekvenciális programozással megkapott másodlagos célokhoz tartozó célfüggvény értékek jó támpontot nyújthatnak a p_i meghatározásához. A másodlagos céloknál a relációk lehetnek: $\leq; \geq; =$. A modell futatás után végezhetünk további elemzéseket érzékenységvizsgálat segítségével. A modell matematikai felépítése a következő:

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Fő cél:

$$\sum_j a_j x_j \leq b_i$$

$$\sum_j a_j x_j \geq b_i$$

$$\sum_j a_j x_j = b_i$$

$$\sum_j c_j^{focel} x_j \rightarrow \text{extrém}$$

Másodlagos cél:

$$\sum_j c'_{1j} x_j = p_1$$

$$\sum_j c'_{2j} x_j = p_2$$

\vdots

$$\sum_j c'_{kj} x_j = p_k$$

Jelmagyarázat:

x_j : változó

a_j : fajlagos szükséglet

b_i : korlát

c'_k : célfüggvény együttható

C) Célfüggvény / C) Target programming

A célfüggvények helyett az általunk előre meghatározott célértékeket kifejező egyenlőségeket építjük be a feltételek közé. A célfüggvény a kitűzött céloktól való negatív és pozitív irányú eltérések összegét minimalizálja. A célokhoz tartozó mérlegfeltételek a következők:

$$d_i^- \geq 0, \quad d_i^+ \geq 0 \quad (d_i^- : \text{hiány}; d_i^+ : \text{többlet változó})$$

$$(1) \sum_j c'_{1j} x_j + d_i^- - d_i^+ = t_i \quad (2) \sum_j c'_{2j} x_j + d_i^- - d_i^+ = t_i \quad (3) \dots \quad (4) \sum_j c'_{kj} x_j + d_i^- - d_i^+ = t_k$$

A célfüggvény ($\sum_i d_i^- + d_i^+ \rightarrow \text{MINIMUM}$) abban az esetben használható, ha a célok mértékegysége megegyezik és nincsenek zavaró nagyságrendbeli különbségek. Ellenkező esetben célszerűbb a kitűzött céltól vett relatív eltéréssel számolni, amit akár százalékos formában is megadhatunk $\sum_i \frac{1}{t_i} (d_i^- + d_i^+) \rightarrow \text{MINIMUM}$

Felmerül a kérdés, hogy hogyan lehetne az egyes célokat fontosság szerint rendezni, hisz lehetnek olyan célok, amelyeknél a célértéktől való eltérés következményei nagyobbak, ebben az esetben az eltérésváltozókhoz büntetősúlyokat kell rendelni a következő módon:

$$\sum_i (w_i^- d_i^- + w_i^+ d_i^+) \rightarrow \text{MINIMUM} \quad \text{vagy} \quad \sum_i \frac{1}{t_i} (w_i^- d_i^- + w_i^+ d_i^+) \rightarrow \text{MINIMUM}$$

A célprogramozással már lehetőség nyílik a különböző célok finomhangolására. A büntetősúlyok alkalmazásával kiemelhető egy vagy több cél is, és a döntéshozónak lehetősége nyílik megkeresni a számára leginkább megfelelő kompromisszumos megoldást (Bajalinov – Bekéné Rácz, 2010).

D) Többcélú programozás minimax célfüggvénnyel / D) Multipurpose programming with a minimax target function

A célprogramozással olyan kompromisszumos megoldásokat kereshetünk, ahol a céloktól való összes eltérés összege minimális. A MOLP más megoldást kínál számunkra. Ennél a módszernél az egyedi céloktól való eltérés minimumát akarjuk megtalálni. Ehhez először az egyedi céloktól való eltérést kell meghatározni:

$\frac{\sum_j c'_j x_j + t_i}{t_i}$. Természetesen ezt is súlyozhatjuk a cél fontosságának megfelelően, ahogyan a célprogramozásnál is tettük: $w_i \left(\frac{\sum_j c'_j x_j - t_i}{t_i} \right)$. Bevezetjük a ω „minimax” változót, mely egyben korlátozó feltétel is. Így a modell célfüggvénye:

$$\omega \rightarrow \text{MINIMUM}, \text{ amelyre a következő korlátozást tehetjük: } w_i \left(\frac{\sum_j c'_j x_j - t_i}{t_i} \right) \leq \omega$$

Az előző feltevés alapján így olyan optimális megoldást kapunk, amelynél az egyes céloktól vett legnagyobb eltérés a minimális. Ezzel elkerülhető az a hiba, hogy az összes eltérésünk ugyan minimális, de vannak nagyon „rosszul teljesített” célok, ami a célprogramozásnál előfordulhat. Felmerülhet a kérdés, hogy a célprogramozás, vagy a MOLP alkalmazása-e a célszerűbb? Egyértelmű válasz nem adható a kérdésre, de tény, hogy a célprogramozással kapott megoldások mindig valamely extrémális (Az L konvex halmaz „x” pontját extrémális pontnak (vagy csúcspontnak) nevezzük, ha az L halmazban nem léteznek olyan x' és x'' pontok, ahol x' ≠ x'', amelyeknek az x pont lineáris kombinációja, azaz x = λx' + (1-λ)x'', ahol 0 < λ < 1. Az extrémális pontok nagyon fontos szerepet játszanak a szimplex módszerben.) ponthoz kapcsolódnak, míg a MOLP nem feltétlenül. (Komáromi, 2002)

Eredmények – Egy hajdúsági növénytermesztő gazdaság termelési szerkezet optimalizálása több cél figyelembe vételével / Results – Optimization of the production structure of a Hajdúság growing farm according to several goals

A kiválasztott gazdaság 2000 hektáros területen gazdálkodik, ahol a következő szántóföldi növények termesztésével foglalkozik: kukorica (x₁), napraforgó (x₂), őszi búza (x₃), repce (x₄) és zöldborsó (x₅). A termelési szerkezetet a következő célokat figyelembe véve optimalizáltam: árbevétel, ágazati eredmény, 100 Ft termelés költségre jutó eredmény, illetve a termelési költség. A célfüggvény együtthatókat a 1. táblázatban tüntettem fel. Az árbevétel esetében egy átlagos gazdasági helyzetet vettem figyelembe, ahol a kártérítés árbevétel növelő tényezőjével nem számoltam. A modellben korlátozó feltételként vettem figyelembe a vetésváltási feltételeket. A kukorica minden második évben, a napraforgó, a repce és a zöldborsó minden ötödik évben kerülhet önmaga után vissza ugyanarra a területre. A búza legfeljebb a terület 60%-át foglalhatja el. Az öntözőkapacitás 250 hektár. A gépek, a szakmunka és a segédmunka esetén dekád részletezésű technológiák alapján adtam meg

a fajlagos erőforrás szükségleteket, illetve az egyes időszakokban rendelkezésre álló erőforrások mennyiségét (munkaórában).

Célfüggvény / Objective function	x₁	x₂	x₃	x₄	x₅
Árbevétel (Ft/ha) / Revenue (HUF/ha)	436 800	230 000	266 900	378 000	684 000
Termelési költség (Ft/ha) / Production cost (HUF/ha)	334 050	176 368	234 804	291 016	468 000
Ágazati eredmény (Ft/ha) / Sectoral results (HUF/ha)	152 750	103 632	82 096	136 984	266 000
100 Ft termelési költségre jutó eredmény / 100 HUF production cost per result	45,73	58,76	34,96	47,07	56,84

1. táblázat: A kiválasztott célokhoz kapcsolódó ágazati mutatók /

Table 1. The selected target is related to the sectoral indicators

*x1: kukorica (maize); x2: napraforgó (sunflower); x3: őszi búza (autumn wheat);
x4: repce (rape); x5: zöldborsó (peas)*

Forrás: Saját szerkesztés / Sources: Your own edit

Az alábbi modellvariánsokat futtattam le és értékeltem:

- Szekvenciális programozás: Külön-külön mindegyik célfüggvény szerint lefuttattam a modellt. A szekvenciális programozás alkalmazásának kettős oka volt. Egyrészt tudni akartam mindegyik célfüggvény esetén a lehetséges szélsőértékeket és az azokhoz tartozó optimális megoldásokat, másrészt a közös megoldáshalmazok kiszűrése volt a célom.
- Célprogramozási modell: A célprogramozási modellt abszolút és relatív súlyokkal is kidolgoztam. Célként a szekvenciális programozásnál megkapott egyedi célfüggvény szélsőértékeket adtam meg. Mindkét modelltől 5 variáns készült. A variánsok a célok fontosságát jelző súlyokban tértek el egymástól. Az első variánsban az összes cél ugyanakkora fontosságú volt. A többi variánsban a termelési költség cél fontosságát folyamatosan növeltem (az első variánsban megadott büntetősúlyt egyesével növeltem egytől ötig).
- MOLP modell: A céltól való eltérések számításakor itt is a szekvenciális programozásnál megkapott egyedi szélsőértékeket használtam fel, és a célprogramozási modell eredményeivel történő összehasonlíthatóságot szem előtt tartva a célok súlyozását az ott leírt módon végeztem el.

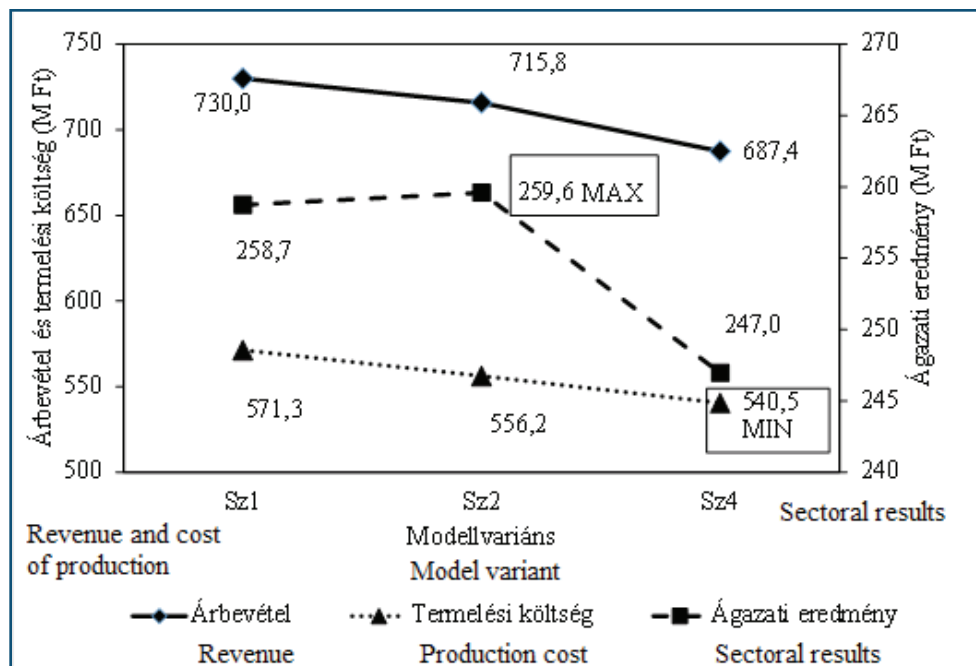
A szekvenciális programozás eredményei / Results of sequential programming

A szekvenciális programozásnál négy modellvariánst készítettem. A variánsok a kiemelt célokban különböztek egymástól: Sz₁: Árbevétel maximum; Sz₂: Ágazati eredmény maximum; Sz₃: 100 termelési költségre jutó ágazati eredmény maximum; Sz₄: Termelési költség minimum.

Az Sz₂ és az Sz₃ variánsoknál a programok és a célfüggvény értékek megegyeznek, tehát a második (ágazati eredmény) és a harmadik (100 Ft termelési költségre jutó eredmény) cél egyidejűleg optimalizálható. A továbbiakban a célprogramozásnál és a MOLP modellnél ezért a „100 Ft termelési költségre jutó eredmény” mutatót elhagytam.

A vetésterületi korlátot a repce mindegyik célnál, míg a napraforgó a második, a harmadik és a negyedik célnél éri el. A többi növény területe a korlátok alatt maradt mindegyik célnál. A kukorica területfoglalása (577 ha) megegyezik a maximális árbevételnél és a minimális termelési költségnél. Fontos az is, hogy a kukoricának valamivel kisebb a szerepe abban az esetben, ha az ágazati eredmény maximumát keressük (545 ha). A búza az árbevétel célfüggvény esetén éri el a legnagyobb vetésterületét (660 ha), a termelési költség célfüggvényénél közel 100 hektárral kevesebb, míg az ágazati eredmény maximumát keresve majdnem 150 hektárral kisebb szántót foglal el. A zöldborsót az első és a második cél esetén közel azonos területen ajánlott termesztetni (143 ha), a költségigényessége viszont a termelési költség esetén rontja a versenyképességét (62 ha) a többi kultúrával szemben.

A szekvenciális programozáskor megkapott célfüggvény-értékeket szemlélteti az 1. ábra. A maximális árbevételnél elért ágazati eredmény és a maximális ágazati eredmény között számottevő különbség nem figyelhető meg, viszont a maximális ágazati eredménynél számított árbevétel közel 15 millió forinttal kevesebb, mint az elérhető maximális árbevétel. Az elérhető minimális költség esetén a várakozásoknak megfelelően az árbevétel és az ágazati eredmény is csökkent, 42,6 -, illetve 12,6 millió forinttal. Ebben az esetben a lehetséges maximumhoz képest az árbevétel kiesés 5,8%, az eredménycsökkenés 4,8%.



1. ábra: A szekvenciális programozás modellvariánsainak célfüggvény-értéke különböző céloknál / Figure 1. For different purposes, the model variant of sequential programming is the value of the target function

Forrás: Saját szerkesztés / Sources: Your own edit

A célprogramozással és MOLP modellel kapott eredmények értékelése / Evaluation of the results obtained with the target programming and the MOLP model

A továbbiakban azt vizsgálom, hogy milyen lehetőségek nyílnak a kompromiszsumkeresésre a célprogramozás, illetve a MOLP segítségével. Célértéknek a célok elérhető szélsőértékeit tekintetem.

A célprogramozás esetén a modelljeimet lefuttattam abszolút és relatív súlyokkal is. A modellsorozatok ugyanazt az eredményt adták, így az összehasonlításban a relatív súllyal számított modellek eredményeit fogom bemutatni.

A számítások során először minden cél esetén a céltól vett eltéréseket azonos súllyal vettem figyelembe, majd ezt követően a termelési költséget büntetősúlyllyal emeltem ki. A súlyokat 5-ig egyesével növeltem, így elértem, hogy a termelési költség, mint cél egyre fontosabb szerepet kapjon. A számításokat megismételtem a célprogramozási és MOLP modell esetén egyaránt. Először az azonos súllyal elért modellek eredményeit hasonlítom össze, majd ezt követően elemzem a termelési költség növekvő súlyának a hatását.

A 2. táblázat alapján megállapítható, hogy a célprogramozással és a MOLP modellel kapott eredmények között nem figyelhető meg markáns különbség.

A célprogramozással kapott eredmény megegyezik azzal a szekvenciális modellel, ahol az ágazati eredmény maximumát kerestem. Az összes abszolút céloktól vett eltérés 29,9 millió Ft, az árbevétel kiesés 14,2 millió Ft, a költség növekedése 15,7 millió Ft az egyedi optimális megoldásokhoz képest. A MOLP látszólag rosszabbul teljesít, hisz itt az összes abszolút céloktól vett eltérés 3,3 millió Ft-tal több, és egyedi célokhoz képest az árbevétel és az ágazati eredmény esetén is rosszabbul teljesít, mint a célprogramozási modellel.

Cél	Célprogramozás (Target programming)	MOLP (MOLP)	Céltérték (Target)	Célprogramozás (Target programming)	MOLP (MOLP)
	Eredmény (millió Ft) (Result (million Ft))			Eltérés a céltól (millió Ft) Deviation from target (million HUF)	
Árbevétel (Revenue)	715,8	711,9	730	-14,2	-18,1
Ágazati eredmény (Sector result)	259,6	258	259,6	0	-1,6
Termelési költség (Pro- duction cost)	556,2	553,9	540,5	15,7	13,4
Összes eltérés (all the diffe- rences)				29,9	33,2

2. táblázat: A célprogramozással és MOLP alkalmazásával kapott célfüggvényértékek és eltérések / Table 2. The target calling and MOLP obtained by applying the objective function values and deviations

Forrás: Saját szerkesztés / Sources: Your own edit

Fontos azonban azt is figyelembe venni, hogy a célok nem azonos nagyságrendűek abszolút értékben, így a relatív eltérések más képet nyújthatnak. A céloktól való relatív eltérések alapján hasonló megfigyelést tehetünk, mint az abszolút eltérések esetén, tehát magasabb az árbevétel és az ágazati eredmény esetén is a MOLP modellel meghatározott eltérés (a termelési költség esetén alacsonyabb). Egy különbség viszont megfigyelhető. Az összes relatív eltérés is magasabb a MOLP modell esetén (3. táblázat, w_1 oszlop).

A legmagasabb relatív eltérés a célprogramozási modell esetén figyelhető meg. Természetesen ezt vártam is, hiszen a MOLP modell célfüggvényében a legnagyobb relatív eltérést minimalizáltam.

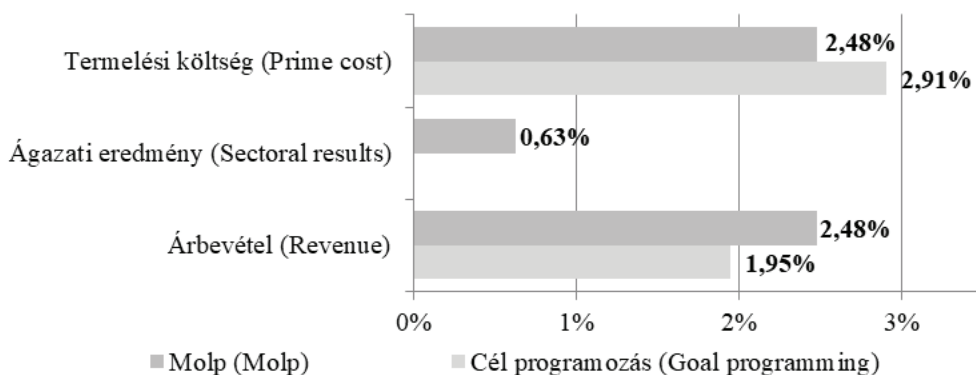
A termelési szerkezetben a kukorica és az őszi búza vetésterületi áthangolódása figyelhető meg, a többi növény vetésterülete megegyezik mindkét modell megoldásában (4. táblázat).

Célok (Targets)	Célprogramozás (Target programming)						MOLP (MOLP)					
	w1	w2	w3	w4	w5	MAX	w1	w2	w3	w4	w5	MAX
Árbevétel, % (Revenue, %)	1,9	1,9	1,9	5,8	5,8	5,8	2,5	3,5	4,0	4,3	4,6	4,6
Ágazati eredmény, % (Sector result, %)	0,0	0,0	0,0	4,9	4,9	4,9	0,6	1,8	2,5	3,0	3,0	3,3
Termelési költség, %, (Production cost, %)	2,9	5,8	8,7	0,0	0,0	8,7	2,5	1,7	1,3	1,1	1,1	2,5
Összesen, %, All (%)	4,9	7,8	10,7	10,7	10,7		5,6	7,0	7,9	8,4	8,8	

3. táblázat: A céloktól való relatív eltérések 1-5 termelési költség büntetősúlyok esetén / Table 3. Relative deviations from targets for production cost penalty weights (1 and 5 points between)

Forrás: Saját szerkesztés / Sources: Your own edit

A következő lépésben a termelési költséget büntetősúlyokkal láttam el, azaz a termelési költség célt egyre fontosabbá tettem a többi célhoz képest. A büntetősúlyok szerepe fontos, mivel például a célprogramozás esetén 1-ről 2-re emelve a súlyt ($w = 2$ esetén) változatlan termelési szerkezetet feltételezve az összes relatív eltérés a $w = 1$ értéknél a termelési költségre számított eltérés duplájával nő. Mivel az összes relatív eltérés minimumát keressük, a célfüggvényben az optimális program csak abban az esetben változik meg, ha az optimum egy másik ponthoz tartozik. A célprogramozás esetén a $w = 1$ és $w = 3$ értékek között nem látható változás, gyakorlatilag csak a termelési költség relatív eltéréseinek a lineáris növekedése figyelhető meg (2,9% → 5,8% → 8,7%) (2. ábra). Az árbevétel és az ágazati eredmény eltérései változatlanok (1,9% és 0,0%). A $w = 5$ és $w = 6$ súlyoknál tapasztalunk változást. Ekkor a büntetősúly további növelése olyan nagymértékű változást indukál a célfüggvényben, hogy egy másik értéknél lesz a megoldás optimális.



2. ábra: A céltól való relatív eltérések a célprogramozás és a MOLP esetén / The aim from relative variations in the target programming and the MOLP model

Forrás: Saját szerkesztés / Sources: Your own edit

A MOLP modell esetén az tapasztalható, hogy a növekvő büntetőszólyal más-más (folytonosan növekvő) az összes relatív eltérés. A kiemelt fontosságú termelési költségénél egy lassú csökkenést, míg a másik két cél esetén folyamatos növekedést látunk (4. táblázat).

Megnevezés (Denomination)	Kukorica (Maize)	Napraforgó (Sunflower)	Őszi búza (Autumn wheat)	Repce (Rape)	Zöldborsó (Peas)
Célprogramozás, hektár (Target programming, hectare)	545	400	512	400	143
MOLP, hektár (MOLP, hectare)	522	400	535	400	143

4. táblázat: A termelési szerkezet alakulása a különböző modelleknél / Table 4. The evolution of the production structure from the different models

Forrás: Saját szerkesztés / Sources: Your own edit

Kicsit tüzetesebben összehasonlítva a két modell viselkedését, a MOLP modell kezdeti hátránya a büntetőszólyok növekedésével eltűnik, már $w = 2$ -nél is alacsonyabb az összes relatív eltérés, mint a célprogramozásnál. Ha az egyes céloktól vett eltéréseket nézzük, akkor is kiegyensúlyozottabbnak tűnik a MOLP modell.

Az 5. táblázatban található optimális programok is az előzőekben leírtakat támasztják alá. A célprogramozási alapmodell (az összes súly 1) megoldása megegyezik azzal az eredménnyel, ahol az ágazati eredmény maximumát keressük.

A $w = 4$ és $w = 5$ termelési költség büntetőszólyokkal ellátott variánsok esetén az optimális program ugyanaz, mint a termelési költség célú szekvenciális modellel.

Tehát a súlyok megváltoztatása ezt a két modellt adta eredményül.

A MOLP modellek esetén a termelési szerkezetben megfigyelhető tendenciák a termelési költség fontosságának növelésével természetesen hasonlóak, mint a célprogramozási modellben. A kukorica és az őszi búza vetésterülete nő, a zöldborsó területfoglalása csökken, míg a napraforgó és a repce területe mindegyik variánsban a vetésváltási feltételekben rögzített felső korláton van.

Célprogramozás (Target programming)						MOLP (MOLP)				
Célok (Targets)	w1	w2	w3	w4	w5	w1	w2	w3	w4	w5
Kukorica, hektár (Maize, hectare)	545	545	545	577	577	522	507	523	533	540
Napraforgó, hektár (Sunflower, hectare)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Őszi búza, hektár (Autumn wheat, hectare)	512	512	512	561	561	535	561	561	561	561
Repce, hektár (Rape, hectare)	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
Zöldborsó, hektár (Peas, hectare)	143	143	143	62	62	143	132	116	106	99

5. táblázat: A termelési szerkezet változásának az eltérése 1-5 termelési költség büntetősúlyok esetén / Table 5. The difference in the production structure is 1-5 in the case of penalty weights

Forrás: Saját szerkesztés / Sources: Your own edit

Következtetések

A gyakorlatban a döntéshozáskor legtöbbször több cél alapján kell döntenünk. Az egyik cél fontosabb, a másik kevésbé fontos, viszont egyiket sem hagyhatjuk figyelmen kívül a végső döntések meghozatalakor.

Cikkemben a többcélú programozás néhány lehetőségét vizsgáltam, illetve annak gyakorlati alkalmazását. Összehasonlítottam a célprogramozás és a MOLP alkalmazhatóságát egy mezőgazdasági vállalkozás példáján keresztül.

Javaslatom szerint első lépésben célszerű a szekvenciális programozással elemezni a célonkénti lehetőségeket. Az így megkapott megoldások ugyan csak egy-egy célról adnak információt, viszont ezt a későbbiekben még felhasználhatjuk a döntéseinkhez. A szekvenciális programozással kiszűrhetjük az egy időben optimalizálható célokat, így egyszerűsíthetjük a további elemzéseket is.

A következő lépésben mind a célprogramozási, mind a MOLP modell alkalmazása szóba jöhet. A célprogramozással valamelyik extrémális ponthoz tartozó megoldást kapjuk meg, valamint a MOLP segítségével „kifinomultabb” megoldáshoz jutunk.

Hivatkozott források / References

- Bajalinov E. – Bekéné Rácz A. (2010): Operációkutatás II. Kelet-Magyarországi Informatika Tananyag Tárház. Letöltés dátuma: 2019.03.07. <https://gyires.inf.unideb.hu/KMITT/b17/index.html>
- Berbel J. (1993): Risk programming in agricultural systems: A multiple criteria analysis. *Agricultural Systems*. Volume 41. Issue 3. 275-288 p.
- Csáki Cs. – Mészáros S. (1981): Operációkutatási módszerek alkalmazása a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó. Budapest
- Csipkés M. (2011): Egyes energia-növények gazdasági elemzése, valamint hatásuk a földhasználatra. Ihrig Károly Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola. Doktori értekezés.
- Csipkés M. – Gál T. (2016): Optimization of the production structure of field energy crops. Oradea, Románia : Editura Universitatea din Oradea. 102 p.
- Colapinto C. – Jayaraman R. – Marsiglio S. (2015): Multi-criteria decision analysis with goal programming in engineering, management and social sciences: a state-of-the art review. *Annals of Operations Research*. Online First 1-34. Letöltés dátuma: 2018.03.05. <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10479-015-1829-1>
- Ertsey I. (1974): A lineáris programozás alkalmazása a termelőszövetkezetek távlati fejlesztési tervének készítésében. Doktori értekezés kézirat. Debreceni Agrártudományi Egyetem. 134. p.
- Hardaker J. B. – Huirne R. B. M. – Anderson J. R. (1997): *Coping with Risk in Agriculture*. CAB International. Wallingford. 274. p.
- Hardaker J. B. – Richardson J. W. – Lien G. – Schumann K. D. (2004): Stochastic Efficiency Analysis with Risk Aversion Bounds: a Simplified Approach. *Australian Journal of Agricultural Economics*. 253-270. p.

- Hazell P. B. R. – Norton R. D. (1986): *Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture*. Macmillan Publishing Company. New York. 400 p.
- Komáromi É. (2002): *Operációkutatás No. 2 – Lineáris programozás*. Budapest. Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem. 57. p.
- Nagy L. (2009): *A kockázatelemzés néhány lehetősége a növénytermesztés döntéstámogatásában*. Doktori értekezés. Debrecen
- Nagy L. – Csipkés M. (2017): *Paraméteres programozás alkalmazása az optimális termelési szerkezet meghatározásánál*. *International Journal of Engineering and Management Sciences (IJEMS)* Vol. 2. (2017). No. 4. DOI: 10.21791/IJEMS.2017.4.30.
- Ragsdale T. C. (2007): *Spreadsheet Modeling & Decision Analysis*. Thomson-South-Western. 308. p.
- Sharpe W. (1963): *A Simplified Model for Portfolio Analysis*. *Management Sciences* 9. 277-293. p. <https://doi.org/10.1287/mnsc.9.2.277>

Szerző

Dr. Csipkés Margit PhD

Beosztás /position: adjunktus

Intézményi adatok / Name and data of home institution: Debreceni Egyetem
Gazdaságtudományi Kar Ágazati Gazdaságtan és Módszertani Intézet 4032
Debrecen Böszörményi út 138.

E-mail cím / E-mail address: csipkes.margit@econ.unideb.hu