

A növénytermesztés szerkezetének optimalizálása a kockázatok figyelembevételével

Crop production structure optimization with considering risk

Nagy Lajos¹

INFO

Received 01 Dec 2012

Accepted 15 Dec 2012

Available on-line 28 Dec 2012

Responsible Editor: Rajkai, K.

Kulcsszavak: decision-making, risk, quadratic programming, portfolio, crop structure optimization

ABSTRACT

The effects of global climate change are occurring more and more sharply, and because of it – amongst the indisputable genetic and technological development – the yield fluctuation has increased in the crop production past years. Otherwise, this sector is one of the riskiest, so it is obvious to consider risk during the planning, in the phase of decision preparation. Risk programming models are usually applied in agriculture, which take the attitude of the decision-maker to risk into consideration, i.e. these are utility maximization models. First of all, in case of risk programming models the character of risk must be decided. For determining the degree of risk – among others – dispersion indicators are also suitable. If financial portfolios are optimized, most frequently risk is given by the variance of the portfolio. Variance is also applied in the expected value – variance (E-V) models. If variance is minimized, the model has a quadratic object function. An alternative for variance in the linear programming model is the application of mean absolute deviation (MAD). The purpose of this article is to present the application of a portfolio model for optimizing crop production structure and minimizing risk that is generally used in financial investment calculations."

INFO

Beérkezés 2012. Dec. 01.

Elfogadás 2012. Dec. 15.

On-line elérés 2012. Dec. 28.

Felelős szerkesztő: Rajkai K

Kulcsszavak:

Döntés-előkészítés, kockázat, kvadrátikus programozás, portfólió, vetésszerkezet-optimalizálás

ÖSSZEFOGLALÓ

Az utóbbi években egyre élesebben jelentkeznek a globális éghajlatváltozás hatásai, és emiatt – a vitathatatlan genetikai és technológiai előrehaladás ellenére – megnőtt a terméshingadozás a növénytermesztésben. Ez az ágazat egyébként is a legkockázatosabb ágazatok közé tartozik, ezért már a tervkészítés szintjén, a döntés-előkészítési szakaszban célszerű figyelembe venni a kockázatot. A mezőgazdaságban leggyakrabban kockázatprogramozási modelleket alkalmaznak, melyek a döntéshozó kockázathoz való hozzáállását is figyelembe veszik, azaz hasznosságmaximalizáló modellek. A kockázatprogramozási modellek esetén először azt kell eldöntenünk, hogy a kockázatot hogyan jellemezzük. A kockázat mértékének meghatározására – többek között – a szóródási mutatók is alkalmasak. Pénzügyi portfóliók optimalizálásakor a portfólió varianciájával adják meg leggyakrabban a kockázatot. A varianciát alkalmazzák a várható érték – variancia (E-V) modellekben is. A variancia minimalizálásakor egy kvadrátikus célfüggvényű modellt kapunk. A variancia alternatívája lineáris programozási modellben az abszolút átlageltérés alkalmazása. E cikk célja a pénzügyi befektetési gyakorlatban általánosan használt portfólió modell alkalmazási lehetőségének a bemutatása a növénytermesztési szerkezet optimalizálásban és a kockázat minimalizálásban.

1. Bevezetés

2003 és 2007 után 2012-ben az aszály miatt a növénytermesztés újra óriási veszteséget könyvelhetett el. Ez ismét előtérbe helyezi a mezőgazdasági kockázatokkal kapcsolatos tervezést már a döntés-előkészítési szakaszban.

A kockázat a gazdaság minden területén jelen van, ami alól egyetlen résztvevő sem vonhatja ki magát. A növénytermesztésben a gazdasági kockázat mellett fokozott jelentősége van az időjárás változékonyságából adódó kockázatnak. Szélsőséges esetekben katasztrófa helyzet is kialakulhat, azonban az éghajlati viszonyokból eredő ingadozások évszázadoktól függően negatív és pozitív irányú

¹ Debreceni Egyetem, Gazdálkodástudományi és Vidékfejlesztési Kar, nagy1@agr.unideb.hu

változásokat is indukálhatnak a növények növekedésében és fejlődésében, valamint a termés hozamokban. Ezek a gondolatok azt sugallhatják – és a külső szemlélők gyakran így is gondolják –, hogy ilyen fokú bizonytalanság mellett a mezőgazdaságban jó időre, termékeny földre, különböző támogatásokra és szerencsére van szükség a jó eredményekhez. Azonban a gazdasági élet szereplőinek rendelkezniük kell olyan eszközökkel, amelyekkel képesek mérni, figyelemmel kísérni és kezelni a kockázat hatásait és következményeit. Ennek egyik feltétele, hogy a döntéshozók számára a döntéshozáshoz szükséges információk naprakészen, kielégítő minőségben és mennyiségben álljanak rendelkezésre, és azok értékelése, feldolgozása után legyen lehetőség különböző döntési alternatívák felállítására, elemzésére. Ezzel lehetővé válik a döntéshozó kockázatvállalásához leginkább illeszkedő döntéshozatal támogatása. Ez a döntéstámogatás feladata. A szükséges információk meglete esetén a kockázat mérését változatos statisztikai eszközökkel végezhetjük el. A kockázat jellegének és mértékének ismeretében elutasíthatunk egy lehetséges alternatívát, vagy ha úgy ítéljük meg, megfelelő kockázatkezelési módszereket alkalmazva megvalósíthatjuk azt. A kockázat közgazdasági fontosságának gondolata közel 90 évvel ezelőtt született. Azóta a gazdasági élet minden területén, így a mezőgazdaságban is jelentős eredmények és alkalmazások születtek. A számítástechnika és az internet fejlődése az utóbbi években még nagyobb lendületet adott a kutatásnak, egyszerűbb és olcsóbb a gyakorlati hasznosítás elérhetősége.

A kockázatok, káresemények kezelésére számos lehetőség kínálkozik a mezőgazdasági biztosításoktól kezdve a jövedelemgaranciás megoldásokon, intervenciós megoldásokon keresztül a tőzsdei határidős és opciós ügyletekig. A mezőgazdaságban leggyakrabban kockázatprogramozási modelleket alkalmaznak (Csipkés, 2009), melyek a döntéshozó kockázathoz való hozzáállását is figyelembe veszik, azaz hasznosság-maximalizáló modellek (Hazell – Norton, 1986; Hardaker et al., 1997).

E cikk célja a pénzügyi befektetési gyakorlatban általánosan használt portfólió modell (Winston, 1997) növénytermesztési termelési szerkezet optimalizálásban történő alkalmazási lehetőségének a bemutatása.

2. Irodalmi áttekintés

2.1. Kockázat a mezőgazdaságban

Az instabilitás és a kockázat problémája a mezőgazdaságban Schulz (1945) és Johnson (1947) munkái nyomán az agrárpolitika központi kérdéseivé váltak. Az instabilitás problémáján azonban sokszor nemcsak az előre nem látható események miatti áringadozást, hanem az ebből is fakadó túlzott jövedelemfluktuációt is értik. A két problémát azért fontos szétválasztani, mert orvoslásuk különböző módszereket igényel. Az árak és a jövedelmek stabilizálása csak igen szigorú feltételek mellett összeegyeztethetőek, mivel az előbbi a kereslet és a kínálat, az utóbbi viszont az ár és a mennyiség (bevétel), valamint a költségek függvénye (Koester, 1979).

A mezőgazdasági termelés sajátosságaiból következően ebben a tevékenységi körben olyan kockázati tényezőkkel is számolni kell, amelyek más típusú vállalatokban alig, vagy csak nagyon korlátozott mértékben jelentkeznek (Buzás, 2000; Balogh et al., 2007; Gál – Komlósi, 2010).

Buzás (2000) szerint célszerű megkülönböztetni az aktív és a passzív kockázatokat. Az aktív kockázatok közvetlenül kapcsolódnak a különböző szintű döntésekhez, tehát a várt eredmény reményében tudatosan vállalt kockázatok, ezek vállalkozói vagy spekulatív kockázatnak tekinthetők. A passzív kockázatok többségükben vis major jellegűek, tehát kárkockázatnak is tekinthetők. Eredetük szerint az alábbi kockázati csoportokat különbözteti meg:

- természeti kockázatok,
- műszaki kockázatok,
- gazdasági kockázatok,
- társadalmi kockázatok.

Madai – Nábrádi (2005) a kockázati forrásokat alapvetően két csoportba, a működési és pénzügyi kockázati források szerint rendezte, amelyeken belül további alkategóriákat nevezett meg.

Gaál et al.(2009) a klímaváltozás kertészeti ágazatokra gyakorolt hatásainak bemutatásakor megállapították, hogy annak közvetlen és közvetett hatásai azonban igen eltérőek lehetnek a gazdasági ágazatokban, sőt akár egy ágazaton belül is a hely és fejlettség függvényében. Az általuk megjelölt kockázati források: időjárási anomáliák kockázata, a termelés kockázata, pénzügyi kockázat, a piaci folyamatok kockázata, a személyi feltételek kockázata.

2.2. Matematikai programozási modellek a kockázatprogramozásban

A matematikai programozás az optimalizálási problémák megoldásának egyik meghatározó eszközcsoportja. Legegyszerűbb fajtája a lineáris programozás (LP), melyben korlátozó feltételekkel egy konvex halmazt határozunk meg, melynek ezután a lineáris célfüggvényben felírt (paraméteres) hipersík segítségével megkeressük azt a pontját, melynél a célfüggvény értéke extrém (minimális vagy maximális). Dantzig fejlesztette ki 1947-ben a lineáris programozási feladatok megoldására a szimplex algoritmust. A módszer hatékonyságának és rendszerszemléletű megközelítésének köszönhetően gyorsan tért hódított a döntés-előkészítésben. A lineáris programozás tervezésben történő alkalmazása már a kezdetektől igen széleskörű volt.

A matematikai programozás a mezőgazdaságban gyorsan tért hódított, az 1950-es évek második felétől jelentek meg kutatási eredmények (Heady, 1957; Heady – Candler, 1958). Magyarországon módszertani alapozó könyvek voltak Krekó (1965, 1966, 1972) munkái, a mezőgazdasági alkalmazásban meghatározó kutatásokat folytatott Tóth (1969, 1973, 1981), Ertsey (1986), Ertsey – Kárpáti (1981), Ertsey – Tóth (1985), akik takarmány-felhasználás és takarmánytermelés, illetve komplex vállalati tervek, növénytermesztési technológiák optimalizálásában, valamint a vállalati tervkészítés automatizálásában értek el kiemelkedő eredményeket. Csáki – Varga (1976) a vállalati géppark optimalizálással és a dinamikus és sztochasztikus modellek továbbfejlesztésével foglalkozott. Csáki – Mészáros (1981) szerkesztésében jelent meg az első mezőgazdasági alkalmazásokra íródott összefoglaló operációkutatási mű Magyarországon.

A gazdasági problémák modellezésekor gyakran fordulnak elő olyan esetek, amikor a célfüggvény nemlineáris függvény, vagy pedig a feltételek valamelyike nemlineáris. Ilyenkor beszélünk nemlineáris (NLP) feladatról. Az NLP leggyakoribb alkalmazásakor a célfüggvény kvadratikus. A kvadratikus célfüggvényű NLP-t először Markowitz (1959) használta optimális portfóliók meghatározására, melyért Közgazdasági Nobel-díjat kapott.

A kockázatprogramozási modellek esetén először azt kell eldöntenünk, hogy a kockázatot hogyan jellemezzük.

A kockázat mértékének meghatározására – többek között – a szóródási mutatók is alkalmasak (Balogh, 2008). Pénzügyi portfóliók optimalizálásakor a portfólió varianciájával adják meg leggyakrabban a kockázatot (Markowitz, 1959; Sharpe, 1963). A varianciát alkalmazzák a várható érték – variancia (E-V) modellekben is. A variancia minimalizálásakor egy kvadratikus célfüggvényű modellt kapunk. A variancia alternatívája lineáris programozási modellben az abszolút átlageltérés alkalmazása. E típusú kockázatprogramozási modell innen kapta a nevét, ez a MOTAD (Minimization of Total Absolute Deviation) modell, amelyet Hazell 1971-ben fejlesztett ki.

Az előző modellek akkor is használhatók, ha nem ismert a döntéshozó hasznossági függvénye. A hasznossági függvény ismerete esetén alkalmazható a DEMP modell (Direct Expected Utility Maximizing Program) (Lambert – McCarl, 1985), melynél a célfüggvényben közvetlenül a hasznosság maximalizálását végezzük el.

3. Anyag és módszer

A kvadratikus programozás az egyik legismertebb NLP (nemlineáris programozási) alkalmazás, ami egy kívánt jövedelemszint elérése mellett lehetővé teszi a portfólió kockázatának minimalizálását és az optimális befektetési mix meghatározását. Az egyedi befektetések kockázatának egyik mérőszáma egy adott időszakban a hozamok varianciája (vagy a szórása).

A portfólió kiválasztás során az egyik döntő cél az, hogy kisimítsuk a hozamingadozást úgy, hogy olyan befektetéseket válasszunk, amelyek hozama ellentétes irányú mozgást mutat. Ezért olyan

befektetéseket szeretnénk kiválasztani, amelyek negatív kovarianciával vagy korrelációval bírnak, mert így amikor egy értékpapír átlag alatti hozamot hoz, akkor a portfóliónk kiegyenlítődik egy átlag feletti hozammal. Így biztosítható, hogy a portfólió varianciája kisebb legyen, mint az egyedi értékpapíroké (Ragsdale, 2007).

Felmerül a kérdés, hogyan lehet alkalmas a portfólió modell vetésszerkezet optimalizálására? A vetésszerkezetet is felfoghatjuk egy portfólióként, ahol az egyes növénytermesztési ágazatok reprezentálják a befektetéseket. A különböző növények, sőt azonos növényfajon belül a különböző fajták (más éréscsoport, más termesztési igények) eltérő módon reagálnak az időjárási, éghajlati változásokra. Gyakran megfigyelhető, hogy az őszi vetésű növényeknek kedvező évjárat nem mindig kedvez a tavaszi vetésűeknek, vagy az a csapadék- és hőeloszlás ami magas kukoricatermést hoz, hátrányos a napraforgónak stb. Viszonylag ritka az olyan év, amelyik minden növénykultúrát egyformán sújt, vagy az olyan, amelyik mindegyiknek kedvező. A termőhelyi adottságok is fontos szerepet játszanak az egyes növények termelési kockázatában (Nagy, 2007).

A modell matematikai felépítése:

Célfüggvény: a cél a minimális variancia elérése.

$$\sum_{j=1}^n \sigma_j^2 x_j^2 + 2 \sum_{j=1}^{n-1} \sum_{k=j+1}^n \sigma_{jk} x_j x_k \Rightarrow MIN! \quad [1]$$

ahol

x_j : a tevékenységek mérete

σ_j^2 : a j-edik tevékenység jövedelemvarianciája

σ_{jk} : a j és k tevékenységek jövedelmei közötti kovariancia

A célfüggvény mátrixműveletekkel kifejezve:

$$V = x^T C x \quad [2]$$

ahol

$$x^T = (x_1, x_2, \dots, x_n) \quad [3]$$

$$C = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \cdots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} \quad [4]$$

Mérlegfeltételek:

$$x_j \geq 0; b_i \geq 0 \quad (j=1,2,\dots,n; i=1,2,\dots,m) \quad [5]$$

$$\sum_j a_{ij} x_j \leq b_i \quad [6]$$

$$\sum_j E(c_j) x_j \geq \lambda \quad [7]$$

ahol

x_j : a tevékenységek mérete

a_{ij} : a j-edik tevékenység fajlagos erőforrás szükséglete

b_i : az i -edik erőforrásból rendelkezésre álló mennyiség

$E(c_j)$: a j -dik tevékenység várható fajlagos jövedelme

λ : elvárt hozam

A modellben a termelési technológiai korlátokat [6] figyelembe véve megkereshetjük azt a minimális varianciájú – minimális kockázatú – ágazati összetételt, amelynek várható hozama legalább az elvárt hozam. Ebben az esetben a hozam kifejezés nem a mezőgazdaságban használt megtermelt mennyiséget (pl. termés mennyiség (tonna), vagy tejtermelés (liter) stb.), vagy az egy egységre jutó fajlagos hozamot (pl. termésátlag (t/ha), vagy fajlagos tejtermelés (liter/tehén) stb.) jelenti, hanem a jövedelmezőségi rátát. Ez lehet költségarányos, tőkearányos vagy árbevétel-arányos jövedelmezőség. Az hogy ezek közül melyiket használjuk, az függ az elemzés céljától. Alkalmazásuk előnyei többek között: (1) Összetett mutatók, ezért több információt nyújtanak, mint az egyszerűbbek, (2) mind a számláló, mind a nevezőben azonos időszakra vonatkozó értékek szerepelnek, így idősorok esetén nem feltétlenül szükséges az adatsorok inflációval történő korrekciója. Természetesen a várható hozam növelésével egyre magasabb kockázatú vetésszerkezetekhez jutunk. Ezek közül választhatja ki a döntéshozó a kockázatvállaló képességéhez leginkább megfelelőt.

A portfólió modell adaptálása egy Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei 1200 hektáron gazdálkodó mezőgazdasági vállalkozás adataira épülve történt meg. Az egyes ágazatok jövedelmekockázatának számszerűsítését az utóbbi öt év árbevétel-arányos jövedelmezőségi adatai² alapján végeztem el. A gazdaság növénytermesztési technológiáit felhasználva dekádokra lebontva erőforrás típusonként és időszakonként határoztam meg a fajlagos erőforrás szükségleteket műszakóra/100 hektár egységben. Első lépésben lineáris programozási modellt alkalmaztam az optimális termelési szerkezet meghatározásához, illetve a szűk erőforrás keresztmetszetek meghatározásához. A degenerációt érzékenységvizsgálattal ellenőriztem. A portfólió modell termeléssel kapcsolatos mérlegfeltételei közé így csak azok a korlátok kerültek be, amelyek valójában befolyásolhatják a termelési szerkezet alakulását. Ezzel elérhető, hogy a modellméret jelentősen csökkenjen, aminek két pozitív hozadéka is van. Az egyik az, hogy jelentősen csökken a számítási idő (nemlineáris modelleknél ez mindig figyelembe veendő tényező), a másik az, hogy az output sokkal kevesebb felesleges információt tartalmaz, ami jelentős mértékben megkönnyíti az értékelési folyamatot.

4. Eredmények és értékelés

Mint már említésre került, egyes ágazatok jövedelmekockázatának számszerűsítése az utóbbi öt év árbevétel-arányos jövedelmezőségi adatai alapján történt. Jól látható, hogy az ágazatok évenkénti teljesítménye jelentős ingadozást mutat (1. táblázat).

A modellezés következő fázisaként a jövedelmezőségi adatok alapján a kovariancia táblázatot kell elkészítenünk (2. táblázat). Táblázatkezelő programokban (Excel, OpenOffice stb.) ezt egyszerűen megtehetjük a *KOVAR()* függvény³ alkalmazásával. A mátrix átlójában az ágazatok varianciái, a többi helyen az ágazatok közötti kovariancia értékek helyezkednek el. Jól látható, hogy a legmagasabb a repce szórásnégyzete (0,4277), de kiemelkedő a rozs (0,2621) és az árpa (0,1209) varianciája is. Egyszerű kockázatelemzés esetén ezek a kultúrák tekinthetők jövedelmezőségi szempontból a legkockázatosabbaknak.

² Az árbevétel-arányos jövedelmezőséget a modellben az ágazati eredmény és az ágazati összes árbevétel hányadosaként számítottam.

³ Az Excel 2010-s verziójában már külön függvény van a teljes sokaság (*KOVARIANCIA.S()*) és a minta kovarianciájának (*KOVARIANCIA.M()*) számítására, azonban a *KOVAR()* függvény továbbra is használható a kompatibilitás miatt.

1. táblázat. Árbevétel-arányos jövedelmezőség ágazatonként a vizsgált gazdaságban

	Búza	Kukorica	Árpa	Rozs	Napraforgó	Repce	Cukorrépa	Zöldborsó
1. év	12,6%	-0,5%	10,9%	-34,2%	19,3%	23,5%	38,2%	48,6%
2. év	-21,8%	-34,6%	-30,3%	-112,9%	10,4%	-97,9%	25,0%	-9,5%
3. év	-13,7%	6,0%	-28,8%	-35,5%	-0,4%	-92,5%	11,3%	8,4%
4. év	39,2%	23,7%	40,0%	2,3%	35,3%	52,2%	40,9%	19,0%
5. év	37,4%	36,8%	54,9%	41,9%	34,2%	35,0%	30,8%	12,1%
Átlag	10,7%	6,3%	9,4%	-27,7%	19,8%	-15,9%	29,2%	15,7%

Forrás: Saját számítás

2. táblázat. Kovariancia mátrix

	Búza	Kukorica	Árpa	Rozs	Napraforgó	Repce	Cukorrépa	Zöldborsó
Búza	0,0636	0,0526	0,0862	0,1131	0,0325	0,1582	0,0194	0,0211
Kukorica	0,0526	0,0589	0,0708	0,1234	0,0221	0,1169	0,0074	0,0152
Árpa	0,0862	0,0708	0,1209	0,1551	0,0455	0,2128	0,0259	0,0253
Rozs	0,1131	0,1234	0,1551	0,2621	0,0486	0,2583	0,0181	0,0368
Napraforgó	0,0325	0,0221	0,0455	0,0486	0,0189	0,0817	0,0120	0,0073
Repce	0,1582	0,1169	0,2128	0,2583	0,0817	0,4277	0,0590	0,0794
Cukorrépa	0,0194	0,0074	0,0259	0,0181	0,0120	0,0590	0,0112	0,0113
Zöldborsó	0,0211	0,0152	0,0253	0,0368	0,0073	0,0794	0,0113	0,0360

Forrás: Saját számítás

[2] alapján egyszerűen számíthatjuk a táblázatkezelőben a portfólió varianciát, [7] alapján a tényleges hozamot, ami a mérlegfeltételben nagyobb vagy egyenlő az elvárt hozamnál. A nemnegativitási feltételek megadása után tulajdonképpen kész is egy egyszerű portfólió modell, amit ki kell egészíteni a növénytermesztés sajátosságait magában foglaló feltételekkel.

A modellben [6] alapján szerepelnek a növénytermesztésre vonatkozó mérlegfeltételek. A 3. táblázat „Területi és technológiai mérlegfeltételek” részében szerepel a terület felhasználásra vonatkozó 1200 hektáros korlát, valamint itt vannak az erőforrásokra vonatkozó korlátozások is. Az Anyag és módszer fejezetben már leírtaknak megfelelően csak azok az erőforrások szerepelnek a portfólió modellben, amelyek meghatározott csúcsidőszakokban a termelés további növelését akadályozzák. Ez a munkaerő egy időszakban, illetve a nehéztraktor (TR1) két időszakban, és a középkategóriás univerzális traktor (TR2) egy időszakban. A „Területi (vetésváltási) korlátozások” részben szerepelnek a szakmai vagy piaci szempontokat figyelembe vevő ágazati vetésterületi maximumok.

3. táblázat. A portfólió modell vetésváltás optimalizálásra adaptált változata**Termelési szerkezet**

Búza	Kukorica	Árpa	Rozs	Napraforgó	Repce	Cukorrépa	Zöldborsó	Összesen
27,14%	12,56%	0,00%	7,50%	20,00%	0,08%	22,72%	10,00%	100,0%
3,26	1,51	-	0,90	2,40	0,0	2,73	1,20	12,00

x100ha

Tényleges hozam 13,77%**Elvárt hozam 10,00%****Portfólió variancia 0,033 MIN!****Technológiai és területi mélegfűtőfeltételek**

Me.: egység/100ha

	Búza	Kukorica	Árpa	Rozs	Napraforgó	Repce	Cukorrépa	Zöldborsó	Felhasznált	Reláció	Kapacitás
Terület (x100 ha)	1	1	1	1	1	1	1	1	12	=	12
Munkaerő (m.óra)	0	14	22	44	22	50	0	55	180	<=	180
TR1_1(m.óra)	34	44	34	25	0	30	25	10	280	<=	280
TR1_2 (m.óra)	0	25	0	0	25	0	50	5	240	<=	240
TR2 (m.óra)	40	0	35	35	25	25	0	15	240	<=	240

Területi (vetésváltási korlátozások)

Búza		
Kukorica	max	50%
Árpa		
Rozs		
Napraforgó	max	20%
Repce	max	20%
Cukorrépa	max	25%
Zöldborsó	max	10%

Forrás: Saját modell

A modell futtatásának eredményeként egy olyan termelési szerkezetet kaptunk, ahol a tényleges hozam 3,77%-kal meghaladja az elvárt hozamot (elvárt jövedelmezőségi rátát), a minimális szórásnégyzet értéke 0,033. A vetésszerkezetben nem kapott helyet az árpa, és valójában a repce sem, hisz a repce 0,08%-os részaránya összesen 1 ha körüli területet jelent, ami egy 1200 hektáros gazdaságban gyakorlati szempontból elhanyagolható. A zöldborsó és a napraforgó területi korlátozás maximumán áll, ami azt jelenti, hogy ezek részarányának növelhetősége esetén csökken a szórásnégyzet (kockázat) és nő a tényleges jövedelem. A 4. táblázatból a redukált gradiens értéke nyújt erről információt. Ezt az értéket (pl. a napraforgó esetén a -44,4%-ot) azonban inkább csak az iránymutatásként szabad értékelni, mert nem tudható, hogy milyen növelési intervallumok között érvényes. Ilyenkor érzékenységvizsgálattal ellenőrizzük inkább a változtatás hatásait, és az alapján hozunk döntéseket. A 4. táblázat *korlátozó feltételek* részében a Lagrange multiplikátor (L) úgy értelmezhető, ha a szűk keresztmetszetet képező erőforrás mennyiségét megnöveljük egy kis (Δ) mennyiséggel, akkor variancia megközelítőleg ΔL értékkel csökken. Itt is óvatosan kell bánni a növelés mértékével, mert az L értéke csak kis Δ változtatásnál ad megbízható információt, inkább itt is több lépésben értékeljük a változtatások hatását.

4. táblázat. Az érzékenységmentés fontosabb adatai

Változók

Név	Végző Végérték	Redukált gradiens
Napraforgó	20,0%	-44,4%
Zöldborsó	10,0%	-69,8%

Korlátozó feltételek

Név	Végző Végérték	Lagrange multiplikátor
TR1_1(m.óra) Felhasznált	280	-0,001809517
TR1_2 (m.óra) Felhasznált	240	-0,001774916
TR2 (m.óra) Felhasznált	240	-0,001678926

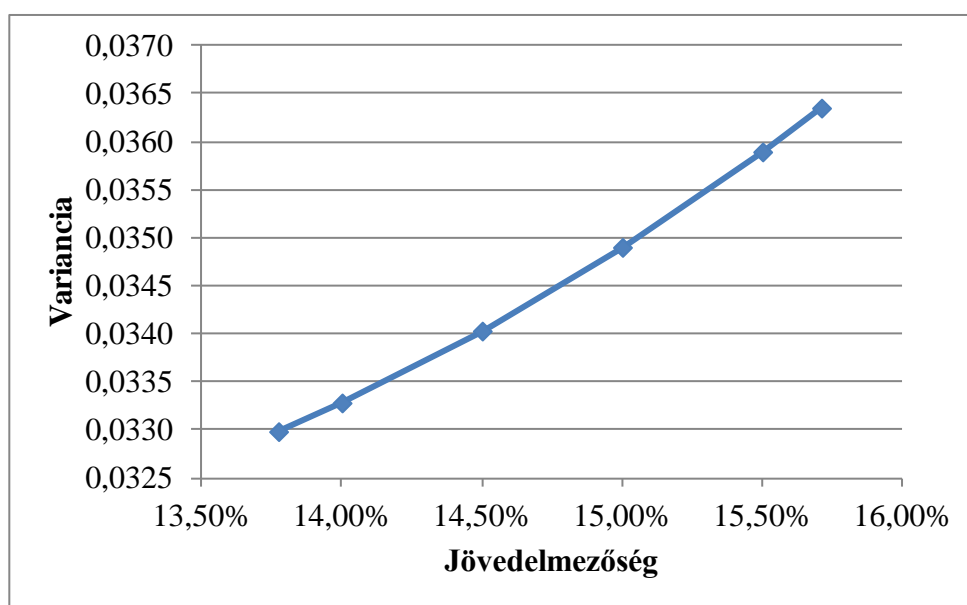
Forrás: Saját számítás

Érzékenységvizsgálat:

A döntéshozó a korlátok által behatárolt lehetséges tervek közül választhat. Választása – adott jövedelemérték mellett – nyilván arra a tervre esik, amelyiknek legkisebb a kockázata, amelyhez a legkisebb variancia tartozik. A megvalósíthatósági tartományba eső minden lehetséges jövedelemhez (E) meghatározható a minimális varianciájú (V) termelési szerkezet. Az összetartozó jövedelem és variancia értékek adják az efficiens (E,V) pontokat. E pontok alkotják a lehetséges tervek halmazát felülről határoló efficiens határgörbét. A határgörbe pontjaihoz tartozó tervek az efficiens tervek.

Példánkban a mezőgazdasági vállalkozó által elvárt árbevétel-arányos jövedelmezőség 10%. Az eredmények alapján egyértelmű, hogy a termelési korlátokat is figyelembe véve az elvárt jövedelemnél magasabb értéket is választhat, hisz a minimális varianciához tartozó árbevétel-arányos jövedelmezőség 13,77%.

Az érzékenységvizsgálat során 14%-tól 0,5%-os lépésekkel növelve egészen a maximálisan elérhető jövedelemig (15,71%) növeltem az elvárt jövedelmezőséget. Jól látható, hogy az elvárások növelésével folyamatosan nő a variancia és természetesen a kockázat is (1. ábra).



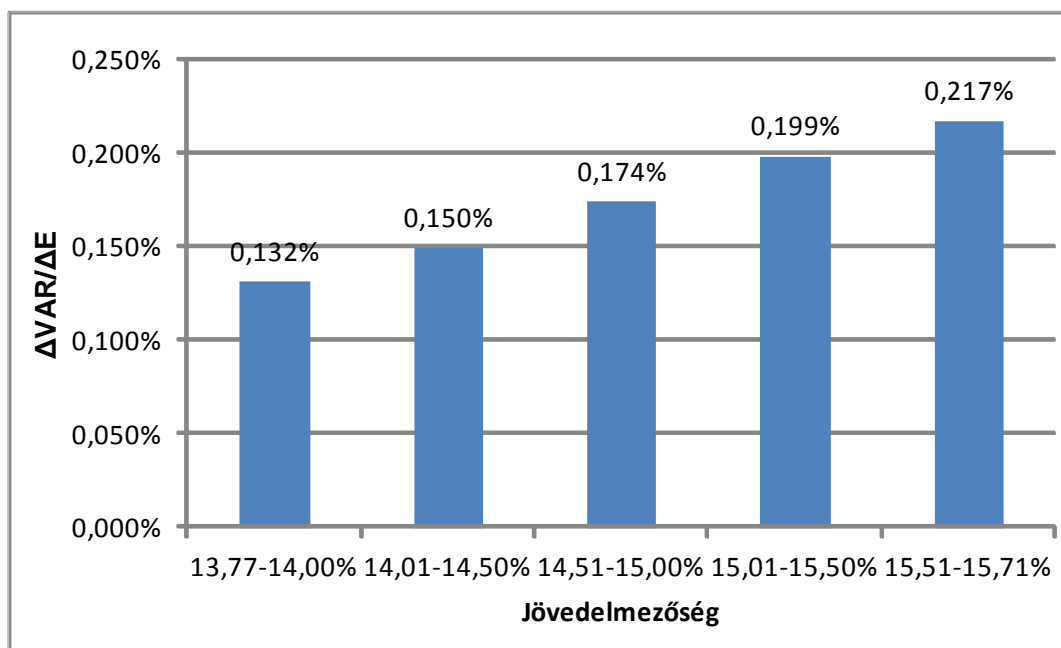
1. ábra. Jövedelmezőség – Variancia efficiens határgörbe

Forrás: Saját számítás

Szemléletesebb képet kaphatunk a jövedelmezőség és a variancia változásáról az egyes szakaszokban, ha a relatív változásokat vizsgáljuk. Ez a következőképpen számítható:

$$\frac{\text{Varianciaváltozás}}{\text{Jövedelemváltozás}} = \frac{\Delta VAR}{\Delta E} \quad [8]$$

Megfigyelhető, hogy a [8] alapján kalkulált 1% jövedelemváltozásra eső variancia változás a magasabb elvárt jövedelemszinteknél folyamatosan nő (2. ábra).

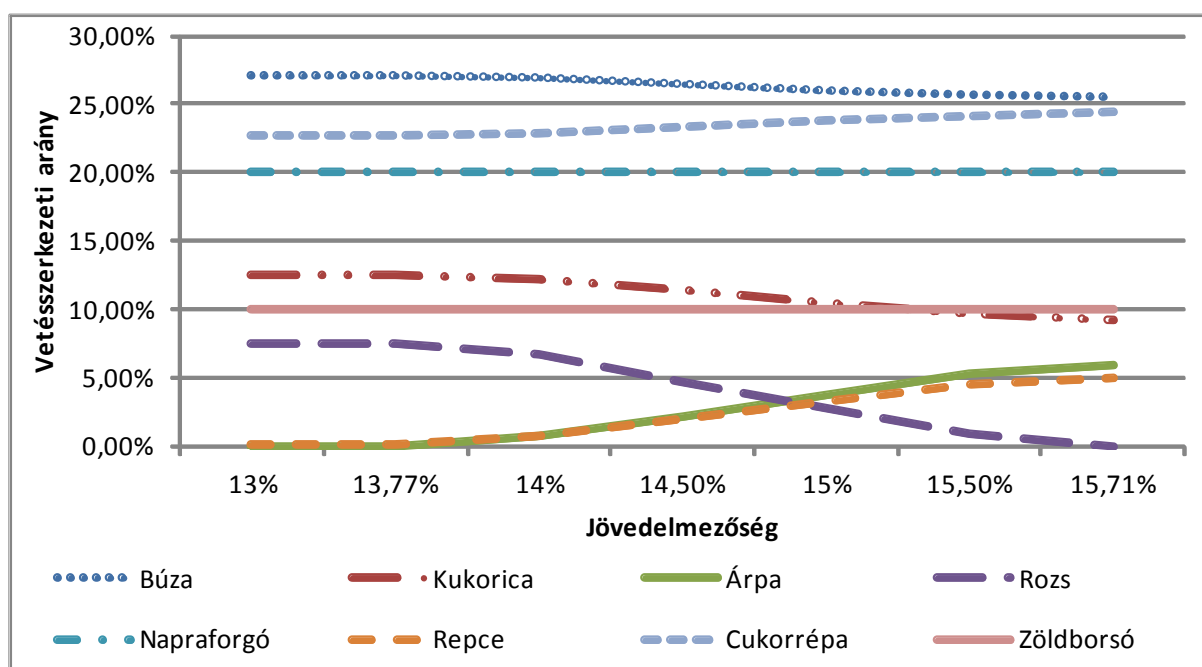


2. ábra. A relatív kockázatváltozás alakulása az elvárt jövedelem növelésével

Forrás: Saját számítás

A várható érték növekedésével az efficiens határgörbe egyre kevésbé emelkedik, kis jövedelemnövekedés nagy variancianövekedéssel jár (a határgörbe konkáv). Ezért a legtöbb – a kockázattal szembe – döntéshozó nem a legnagyobb elérhető jövedelmet célozza meg, hanem ennél kisebb, de még ésszerűen magas jövedelemszintnél választ tervet. Az így választott tervhez tehát kisebb jövedelem tartozik, mint a determinisztikus modell optimális megoldásával szolgáltatott jövedelem lenne, viszont a választott tervhez tartozó *varianciával jellemzett kockázat csökkenésének aránya nagyobb lesz, mint a feláldozott jövedelemcsökkenés aránya.*

A döntéshozatal nemcsak a kockázat mértéke befolyásolja, hanem az efficiens tervekhez tartozó ágazati összetétel is (3. ábra). Az elvárt jövedelem és ezzel együtt a kockázat növekedésével fokozatosan 5-5% körüli értékre nő a legmagasabb egyedi kockázattal bíró repce és árpa részaránya, mintegy belépve a vetésszerkezetből kikerülő rozs és a némileg csökkenő arányú kukorica helyére. A búza és a cukorrépa vetésterületi mozgása is ellentétes tendenciájú. A búza 2%-nyi csökkenést, a cukorrépa hasonló nagyságrendű növekedést mutat. Mindössze két növény, a napraforgó és a zöldborsó tartotta meg minden elvárt jövedelemszintnél a pozícióját, és ráadásul mindkettő területe felső korláton áll, azaz bármely jövedelemszinten varianciacsökkenés könyvelhető el a területi korlátok szigorúságának felülbírási esetén.



3. ábra: A termelési szerkezet változása a különböző elvárt jövedelmezőségi szinteken

Forrás: Saját szerkesztés

Hivatkozások

- Balogh P. (2008): Sertéstartó vállalkozások gazdálkodási kockázatának elemzése az Észak-Alföldi régióban. In: Magda Sándor, Dinya László (szerk.) Vállalkozások Ökonómiája: XI Nemzetközi Tudományos Napok [The XI th International Scientific Days]. Gyöngyös: Károly Róbert Főiskola, 2008.03.27-2008.03.28. pp. 6-13. (ISBN:978-963-87-831-1-0)
- Balogh P. – Ertsey I. – Kovács S. (2007): Survival analysis of culling reasons and examination of the economic risks of production period in sow culling. Joint IAAE-EAAE Seminar, Agricultural Economics and Transition: „What was expected, what we observed, the lessons learned”. Corvinus University, Budapest, CD-issue
- Buzás Gy. (2000): A gazdasági kockázat kezelése, biztosítás In: Mezőgazdasági üzemtan I. Szerk.: Buzás GY. – Nemessályi ZS. – SZékely CS., Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 434-457.p
- Csáki Cs. – Mészáros S. (1981): Operációkutatási módszerek alkalmazása a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
- Csáki Cs. – Varga Gy. (1976): Vállaltfejlesztési tervek lineáris dinamikus modellje. Akadémiai kiadó, Budapest
- Csipkés M. (2009): Energy orchards economic analysis in Hungary. International Congress on the Aspects and Visions of Applied Economics and Informatics. Debrecen 26 th – 27th March 2009 p.1351-1358
- Ertsey I. (1986): Some methodological problems of modelling crop production. Bulletin for Applied Mathematics XLIII. köt.
- Ertsey I. – Kárpáti L. (1981): Növénytermesztési ágazatok számítógépes interaktív tervezési-elemzési rendszere. XI. Magyar Operációkutatási Konferencia előadás-kivonatai. Miskolc.
- Ertsey I. – Tóth J. (1985): The application of an automated technological planning system and linear programming in the foundation of decisions relating to the utilization of machines. Bulletin for Applied Mathematics XXXVIII. köt.
- Gaál M. – Ladányi M. – Szenteleki K. – Hegedüs A. (2009): A kertészeti ágazatok klimatikus kockázatainak vizsgálati-módszertani áttekintése – „KLÍMA-21” Füzetek 58: 72-81.

- Gál T. – Komlósi I. (2010): Sztochasztikus Data Envelopment Analysis (DEA) alkalmazása magyarországi tehenészeti telepek hatékonyságának mérésére. *Acta Agraria Kaposváriensis*, Vol. 14. No. 3, 1-9.
- Hazell P.B.R. – Norton R.D. (1986): *Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture*. Macmillan Publishing Company, New York
- Hardaker J.B. – Huirne R.B.M. – Anderson J.R. (1997): *Coping with Risk in Agriculture*. CAB International, Wallingford p. xi + 274.
- Heady E. O. (1957): *Economics of agricultural production and resource use*. Prentices-Hall, Englewood Cliffs N.Y.
- Heady E.O. – Candler W. (1958): *Linear programming methods*. Iowa States University Press, Ames
- Johnson D.G. (1947): *Forward Prices for Agriculture*. University of Chicago Press, Chicago.
- Koester U. (1979): National and International Aspects of Commodity Stabilisation Schemes. *European Review of Agricultural Economics*, 6. évf. 2. sz. p. 233-256.
- Krekó B. (1965): *Mátrixszámítás*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest
- Krekó B. (1966): *Lineáris programozás*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest
- Krekó B. (1972): *Optimumszámítás*. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest
- Lambert D.K. – McCarl B.A. (1985): Risk Modeling Using Direct Solution of Nonlinear Approximations of the Utility Function. *Amer. J. Agr. Econ.* p. 846-52.
- Madai H. – Nábrádi A. (2005): Kockázati tényezők és kockázatkezelési módok vizsgálata a magyar juhágazatban In: Jávor A.-Pfau E. (szerk): *A mezőgazdaság tökeszükséglete és hatékonysága*. Debreceni Egyetem, 186-191.p.
- Nagy L. (2007): A növénytermesztés termelési kockázatának elemzése különböző termőhelyi adottságoknál az Észak – Alföldi régióban; *Agrárgazdaság, Vidékfejlesztés, Agrárinformatika Nemzetközi Konferencia*, Debrecen, Cd melléklet, ISBN: 978-963-87118-7-8
- Markowitz H. (1959): *Portfolio selection, efficient diversification of investments*. New York, Wiley
- Ragsdale C.T. (2007): *Spreadsheet modeling & Decision Analysis: A practical introduction to management science*. Thomson South-Western
- Sharpe W. (1963): A Simplified Model for Portfolio Analysis. *Management Sciences* 9 p. 277-293.
- Schultz T.W. (1945): *Agriculture in an Unstable Economy*. McGraw-Hill, New York.
- Tóth J. (1969): *A takarmánygazdálkodás matematikai tervezése*. Akadémiai Kiadó, Budapest 165 p.
- Tóth J. (1973): A termelési tényezők felhasználásának optimalizálása a mezőgazdaságban. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest 232. p.
- Tóth J. (1981): *Mezőgazdasági vállalatok automatizált tervezése*, Mezőgazdasági kiadó, Budapest 240. p.
- Winston W.L. (1997): *Operations Research Applications and Algorithms*, Wadsworth Publishing Company, p. 863-870.