

DEBRECENI EGYETEM  
AGRÁR- ÉS MŰSZAKI TUDOMÁNYOK CENTRUMA  
AGRÁRGAZDASÁGI ÉS VIDÉKFEJLESZTÉSI KAR  
GAZDASÁGELEMZÉSI ÉS STATISZTIKAI TANSZÉK

**IHRIG KÁROLY GAZDÁLKODÁS- ÉS  
SZERVEZÉSTUDOMÁNYOK DOKTORI ISKOLA**  
*Doktori Iskola vezető: Dr. Szabó Gábor, a MTA Doktora*

**Doktori (Ph.D.) értekezés**

**A KOCKÁZATELEMZÉS NÉHÁNY LEHETŐSÉGE A  
NÖVÉNYTERMESZTÉS DÖNTÉSTÁMOGATÁSÁBAN**

*Készítette:*

**Nagy Lajos**

*Témavezető:*

**Dr. Ertsey Imre**  
a mezőgazdasági tudomány kandidátusa

DEBRECEN  
2009

# A KOCKÁZATELEMZÉS NÉHÁNY LEHETŐSÉGE A NÖVÉNYTERMESZTÉS DÖNTÉSTÁMOGATÁSÁBAN

Értekezés a doktori (PhD) fokozat megszerzése érdekében  
Az Interdiszciplináris Társadalom- és Agrártudományok tudományágban

Írta: Nagy Lajos okleveles agrármérnök

## A doktori szigorlati bizottság:

|        | név                | tud. fok.                           |
|--------|--------------------|-------------------------------------|
| elnök: | Dr. Pfau Ernő      | a mezőgazdaság-tudomány kandidátusa |
| tagok: | Dr. Nábrádi András | a közgazdaságtudomány kandidátusa   |
|        | Dr. Szűcs István   | a MTA doktora                       |

A doktori szigorlat időpontja: 200 .....

## Az értekezés bírálói:

| név, tud. fok | aláírás |
|---------------|---------|
| .....         | .....   |
| .....         | .....   |

## A bíráló bizottság:

|         | név, tud. fok | aláírás |
|---------|---------------|---------|
| elnök:  | .....         | .....   |
| titkár: | .....         | .....   |
| tagok:  | .....         | .....   |
|         | .....         | .....   |
|         | .....         | .....   |
|         | .....         | .....   |
|         | .....         | .....   |

Az értekezés védésének időpontja: 200 .....

## TARTALOMJEGYZÉK

|                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS.....                                                                                               | 5  |
| 1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS .....                                                                                               | 8  |
| 1.1. A KOCKÁZAT FOGALMA, ÉRTELMEZÉSE .....                                                                                 | 8  |
| 1.1.1. A kockázat fogalma .....                                                                                            | 8  |
| 1.1.2. Döntés és kockázat.....                                                                                             | 10 |
| 1.1.3. A hasznossági függvény meghatározása és tulajdonságai.....                                                          | 12 |
| 1.2. A KOCKÁZAT MÉRTÉKÉNEK MEGHATÁROZÁSA.....                                                                              | 14 |
| 1.3. A KOCKÁZATELEMZÉSI MÓDSZEREK ÁTTEKINTÉSE.....                                                                         | 17 |
| 1.3.1. Adott döntési változók sorba rendezésére szolgáló módszerek.....                                                    | 17 |
| 1.3.2. Matematikai programozás a kockázatelemzésben.....                                                                   | 22 |
| 1.3.2.1. <i>Lineáris programozási modellek alkalmazhatósága a kockázatelemzésben</i> .....                                 | 24 |
| 1.3.2.2. <i>Kockázatprogramozási modellek</i> .....                                                                        | 26 |
| 1.3.3. A szimuláció a kockázatkezelésben.....                                                                              | 30 |
| 1.3.4. Az előrejelzések értékelése és a kockázatkezelés.....                                                               | 32 |
| 1.4. KOCKÁZAT A MEZŐGAZDASÁGBAN .....                                                                                      | 36 |
| 2. ANYAG ÉS MÓDSZER .....                                                                                                  | 40 |
| 2.1. A KUTATÁS SORÁN HASZNÁLT ADATBÁZISOK, ADATGYŰJTÉSEK .....                                                             | 40 |
| 2.2. A TERMELÉSI KOCKÁZAT SZÁMÍTÁSA.....                                                                                   | 41 |
| 2.3. LINEÁRIS ÉS KVADRATIKUS MODELLEK ALKALMAZÁSA TERVEZÉSBEN .....                                                        | 42 |
| 2.3.1. A modellekhez szükséges adatok előkészítése .....                                                                   | 42 |
| 2.3.2. A növénytermelés szerkezetét optimalizáló LP modell.....                                                            | 46 |
| 2.3.3. MOTAD modell.....                                                                                                   | 50 |
| 2.3.4. Kvadratikus programozási (portfólió) modell .....                                                                   | 51 |
| 3. NÉHÁNY SZÁNTÓFÖLDI KULTÚRA TERMELÉSI KOCKÁZATÁNAK ELEMZÉSE .....                                                        | 52 |
| 3.1. NÉHÁNY NÖVÉNYTERMESZTÉSI ÁGAZAT TERMELÉSI KOCKÁZATÁNAK ALAKULÁSA AZ EURÓPAI UNIÓBAN .....                             | 52 |
| 3.1.1. A termelési színvonal alakulása az Európai Unióban 1990-2006 között                                                 | 53 |
| 3.1.2. A termelési kockázat elemzése .....                                                                                 | 56 |
| 3.2. A NÖVÉNYTERMESZTÉS TERMELÉSI KOCKÁZATÁNAK ELEMZÉSE KÜLÖNBÖZŐ TERMŐHELYI ADOTTSÁGOKNÁL AZ ÉSZAK-ALFÖLDI RÉGIÓBAN ..... | 61 |
| 3.2.1. Termőhelyi adottságok az Észak-alföldi Régióban .....                                                               | 61 |
| 3.2.2. A termelési kockázat vizsgálata.....                                                                                | 67 |
| 4. A VETÉSSZERKET OPTIMALIZÁLÁSA A KOCKÁZAT FIGYELEMBEVÉTELÉVEL .....                                                      | 71 |
| 4.1. A MODELLEK ALAPADATAI .....                                                                                           | 71 |
| 4.1.1. Ágazati technológiák .....                                                                                          | 72 |
| 4.1.2. A változó költségek és a fedezeti hozzájárulás.....                                                                 | 75 |
| 4.2. A VETÉSSZERKEZETET OPTIMALIZÁLÓ LINEÁRIS PROGRAMOZÁSI MODELLEK.....                                                   | 77 |
| 4.2.1. A modell felépítése, érzékenységvizsgálat .....                                                                     | 77 |
| 4.2.2. A kockázat vizsgálata .....                                                                                         | 80 |
| 4.3. MOTAD MODELLEK .....                                                                                                  | 82 |
| 4.3.1. A MOTAD modell alapadatai.....                                                                                      | 83 |
| 4.3.2. A modell felépítése, az eredmények értékelése .....                                                                 | 85 |
| 4.4. KVADRATIKUS (PORTFÓLIÓ) MODELLEK.....                                                                                 | 89 |
| 4.4.1. A kvadratikus modell alapadatai.....                                                                                | 89 |
| 4.4.2. A modell felépítése, az eredmények értékelése .....                                                                 | 90 |

|        |                                                                                              |     |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5.     | AZ ÉRTÉKESÍTÉSI KOCKÁZAT CSÖKKENTÉSE OPTIMÁLIS BÚZAÉRTÉKESÍTÉSI STRATÉGIÁK SEGÍTSÉGÉVEL..... | 94  |
| 5.1.   | <i>A MODELLEZÉS FOLYAMATA</i> .....                                                          | 96  |
| 5.1.1. | Havi pénzforgalmi egyenlegek .....                                                           | 97  |
| 5.1.2. | Az értékesítési időszakban várható árak előrejelzése .....                                   | 98  |
| 5.1.3. | Alternatív befektetések, készletezéssel összefüggő költségek .....                           | 101 |
| 5.1.4. | A pénzügyi modell.....                                                                       | 102 |
| 5.2.   | <i>A MODELLSZÁMÍTÁSOK EREDMÉNYEI</i> .....                                                   | 109 |
| 6.     | KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK .....                                                            | 113 |
| 7.     | AZ ÉRTEKEZÉS FONTOSABB MEGÁLLAPÍTÁSAI, ÚJ ILLETVE ÚJSZERŰ EREDMÉNYEI                         | 117 |
|        | ÖSSZEFOGLALÁS.....                                                                           | 118 |
|        | SUMMARY .....                                                                                | 121 |
|        | IRODALOMJEGYZÉK .....                                                                        | 123 |
|        | PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN .....                                                   | 133 |
|        | TÁBLÁZATJEGYZÉK .....                                                                        | 136 |
|        | ÁBRAJEGYZÉK .....                                                                            | 137 |
|        | MELLÉKLETEK.....                                                                             | 138 |

## BEVEZETÉS ÉS CÉLKITŰZÉS

A növénytermesztés általában több ágazatot foglal magában, amelyek között lényeges különbségek vannak termékeik piaci megítélésében, termesztéstechnológiájukban, erőforrásigényükben, annak időbeli eloszlásában, termőföld lekötési idejükben és igényükben, agronómiai kölcsönhatásaikban, a ráfordítás színvonalában és a jövedelmezőségben. A gazdasági döntések eredményét befolyásoló külső és belső tényezők jövőbeli alakulása nem ismert a gazdálkodó számára (*BÁCSKAI et al., 1976; HARDAKER et al., 1997; DRIMBA, 1998a,b*), ami azon az időbeli ellentmondáson alapul, hogy a döntést a vállalat jövőjét érintő kérdésekben akkor kell meghozni, amikor megbízható információk csak az elmúlt időszakra állnak rendelkezésre (*BUZÁS, 2000*). 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 évszázadtól függően negatív és pozitív irányú változásokat is indukálhatnak a növények növekedésében és fejlődésében, valamint a terméshozamokban. 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 döntéshez 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 kockázattalálásához leginkább illeszkedő döntéshozatal támogatása. Ez a döntéstámogatás feladata. A szükséges információk megléte 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.

Jelen dolgozatban általános célkitűzésként fogalmaztam meg, hogy a meglévő kockázatelemzési módszerek, modellek alkalmazásával, illetve azok továbbfejlesztésével vagy más gazdasági területeken sikeresen alkalmazott modelleknek a növénytermesztés sajátosságait figyelembe vevő adaptálásával hatékony eszközöket biztosítsunk a növénytermesztési döntéstámogatás számára.

A konkrét célkitűzéseim három fő csoportba sorolhatók:

### **Néhány szántóföldi kultúra termelési kockázatának elemzése az Európai Unió és az Észak-alföldi Régió szintjén**

Az Európai Unió országai változatos éghajlati, természeti és gazdasági adottságokkal rendelkeznek. Ezek megmutatkoznak a mezőgazdasági termelés színvonalában és kockázatában is. A globális felmelegedéssel nő a termelés kockázata, nagyobb termésingadozásokra számíthatunk. Az Európai Bizottság is kiemelten kezeli a mezőgazdasági kockázatokat. Érdekérvényesítő képességünk minél jobb kihasználásához ismernünk kell – többek között – Magyarország és a többi Európai Unió ország főbb növényekre számított termelési kockázatát is, melynek kimutatása és elemzése céljaim közt szerepel.

Az Észak-alföldi Régió Magyarország szántóföldi növénytermesztését tekintve súlyponti szerepet tölt be, a 4,5 millió hektáros szántóterület 21,5 %-át köti le, ezzel a régiók között – a Dél-alföldi után – a második helyet foglalja el. Az aranykorona értéket vizsgálva sokkal kedvezőtlenebb a helyzet, mert a 19,3 AK/ha az országos átlag alatt marad, csak Észak-Magyarország rendelkezik ennél gyengébb adottságokkal. A földminőséget tekintve jelentősek a régión belüli különbségek, Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében a legalacsonyabbak a hektáronkénti aranykorona értékek, Hajdú-Bihar, és Jász-Nagykun-Szolnok megyében nagyon jó termőhelyek is vannak. A dolgozatban néhány szántóföldi növény termőhelyi kockázatát mutatom be termőhelyi adottságokként.

## **A kockázat figyelembevétele a vetésszerkezet kialakítása során**

A növénytermesztésben még ma is a hagyományos tervezés a leggyakoribb, ami kielégítő tervezést jelent, azonban gazdasági versenyben fokozódó lemaradást determinál. A mai új kihívásokkal jelentkező mezőgazdaságban – környezet és természetvédelmi szempontok, biomassa energia, fenntartható fejlődés stb. – csak a környezethez jól alkalmazkodó termelők maradhatnak versenyben. Ennek feltétele viszont az adaptív és optimalizáló tervezés együttes megvalósítása. Az optimális vetésszerkezet kialakításához lineáris programozást alkalmazok, majd **kockázatprogramozási modellek** segítségével állítok elő olyan megoldásokat, melyekből a döntéshozók kockázathoz való hozzáállásuk szerint választhatnak. A kockázatprogramozási modellek alkalmazása során elemzem **a kockázati magatartás alakulását támogatott és nem támogatott környezetben is.**

## **Az értékesítési kockázat csökkentése optimális búzaértékesítési stratégiák segítségével**

A növénytermesztési ágazat sajátossága, hogy a végtermékek egy, a biológiai optimum által meghatározott időszakban jelennek meg, viszont ezek felhasználása folyamatos. Az értékesítési árak mindig a betakarítási időszakban a legalacsonyabbak, majd ezt követően egy többé-kevésbé jól körülhatárolható szezonális ingadozást mutatnak. A helyzetet bonyolítja, hogy a különböző évjáratok esetén az árakban jelentős eltérés figyelhető meg (BÁCS, 2003; BÁCS – FENYVES, 2005 ). Fentiekből adódóan, mind a termelők oldalán, mind a legnagyobb gabona-felhasználó ágazatokban – malomipar, állattenyésztés (BALOGH, 2008a) – emiatt jelentősen nő a gazdasági kockázat.

A kutatásom során arra kerestem a választ, hogy mikor, és mekkora gabonamennyiséget kell értékesítenie a termelőnek, hogy adott pénzügyi-gazdasági helyzetben pénzügyileg a számára legkedvezőbb döntési variánst válassza. A problémát egy **dinamikus, szimultán lineáris programozási modellel** oldottam meg, amelyben figyelembe vettem a havi pénzforgalmi egyenlegeket, a hitelfelvételt, az alternatív tőkebefektetési lehetőségeket és a készletezési költségeket is.

# 1. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

## 1.1. A KOCKÁZAT FOGALMA, ÉRTELMEZÉSE

### 1.1.1. A kockázat fogalma

A kockázat fogalmának meghatározásánál először annak hétköznapi definícióját vizsgálom, hisz már ez is számos kérdésünkre választ adhat. A *Magyar Értelmező Kéziszótárban* a kockázat: valamely cselekvéssel járó veszély, veszteség lehetősége. *KINDLER (1989, 1997)* szerint már ez a cikkely is tartalmazza a kockázattal kapcsolatos legfontosabb elemeket, azaz a *kockázat cselekvéshez* kapcsolódik, a cselekvés *következménye negatívan* értékelt, a cselekvéshez kapcsolódó veszteség, kár még nem következett be, de *bekövetkezhethet*, azaz *bizonytalan*.

A *Webster's szótár* szerint a kockázat a veszteség vagy károsodás lehetőségessége.

Az *Új Magyar Lexikonban* (1981) a kockázat közgazdasági értelmezését találjuk: a kockázat a termelési és értékesítési tevékenységgel együtt járó bizonytalansági tényező, illetve a kár, a veszteség lehetőségének mértékét jelzi. A kockázat egy részének mértéke valószínűsíthető a valószínűség számítás segítségével, így a kalkuláció során az önköltségbe beépíthető. A kockázat másik fajtájánál a veszteség bekövetkezésével nem lehet előre számolni, ennek fedezetéül a vállalati nyereség szolgál.

*BÉLYÁ CZ (2004)* akadémiai székfoglalójában azt írta: A kockázat és a bizonytalanság egyike a közgazdaságtan legvitatottabb jelenségeinek. Az sohasem képezte vita tárgyát, hogy mindkettő hatással van a gazdasági döntésekre, de a hatás előjelét illetően érezhető változás ment végbe az utóbbi néhány évtizedben. A 20. század húszas éveitől egészen a hatvanas-hetvenes évekig olyan kategóriaként tartották számon mindkettőt, amely mérséklő hatást gyakorol a számított-becsült értékre. Ennek legfőbb okát a jövőre vonatkozó döntéshozói tudás korlátozottságában látták. Hosszú évtizedeken keresztül meg-megújuló kísérletek történtek a pénzáram kockázat szerinti korrekciójának adekvát realizálására, eme erőfeszítések azonban nem jártak eredménnyel.

*KNIGHT (1921)* a kockázatot, mint mérhető bizonytalanságot definiálja. A kockázat esetén ismertnek tételezhető a lehetséges kimenetek valószínűségi eloszlása, míg a

bizonytalanság esetén nem. *Knight* szerint ennek alapján kockázatnál lehet védekezni biztosítással, míg bizonytalanság esetén nem.

Hasonlóképp értelmezi a kockázatot és a bizonytalanságot többek között *SZENTPÉTERINÉ (1980)*, *CSÁKI (1982)* a magyar szakirodalomban, *HAZELL – NORTON (1986)*, *WEINSCHENK (1991)* az idegennyelvű szakirodalomban.

A kockázat valamilyen bizonytalanság, ami ismeretlen módon befolyásolja a rendszert, és a következményei nagy hullámzást okoznak a jövedelemben. A kockázat mérhető, és mindig összekapcsoljuk az idővel, ami azt jelenti, hogy a bizonytalanság hosszabb időszakra történő tervezéskor az idő hosszával arányosan nő, ami befolyásolja a jövedelmet és azt, hogy melyik lehetséges alternatívát fogjuk kiválasztani (*MUN, 2004*).

*KINDLER (1997)* megfogalmazásában a kockázat egy cselekvési változat lehetséges negatívan értékelt következményeinek teljes leírása, beleértve a következmények súlyának és bekövetkezésük valószínűségének megmutatását is. A cselekvésalapú kockázattelfogáshoz azonban szükség van még egy kiegészítő fogalomnak, a kockázat-elutasítás (kockázat-averzió) fogalmának bevezetésére is, ami a kisebb kockázatú döntési változat kiválasztására irányuló cselekvés. *Kindler* megkülönbözteti egymástól a hátrány és kockázat, valamint az előny és esély fogalmakat is. A megkülönböztetés alapja az, hogy egy következmény bekövetkezése vagy feltételezett bekövetkezése biztosnak vagy bizonytalannak (egynél kisebb valószínűségű) tekinthető-e, illetve a döntéshozó szempontjából negatív vagy pozitív megítélésű-e (1-1. táblázat).

**1-1. táblázat Egy cselekvési változat lehetséges következményei**

|                      | P = 1   | P < 1    |
|----------------------|---------|----------|
| POZITÍV KÖVETKEZMÉNY | ELŐNY   | ESÉLY    |
| NEGATÍV KÖVETKEZMÉNY | HÁTRÁNY | KOCKÁZAT |

P = 1 a biztos esemény valószínűsége

P < 1 nem biztosan bekövetkező esemény valószínűsége

$0 < P \leq 1$

Forrás: *KINDLER, 1997*

### 1.1.2. Döntés és kockázat

Mint láthatjuk, a kockázat és bizonytalanság mindig valamilyen cselekvési változat kiválasztásához, azaz a döntéshez kapcsolódik. A döntési problémát jól szemlélteti *WEINSCHENCK* (1991) modellje (1-1. ábra). A választási lehetőségeink egy cselekvési térben (A) helyezkednek el. Ezen belül helyezkednek el a lehetséges alternatívák, cselekvések ( $a_i$ ), amelyeket általában jól meghatározható feltételek határoznak meg. A cselekvések lehetnek egyszerű cselekvések – pl. a klasszikus újságárus példa (*WINSTON*, 1997) –, vagy cselekvéskombinációk, ilyen lehet egy növénytermesztési ágazat esetén a termelési szerkezet kiválasztása. A kiválasztott alternatíva megvalósulását a környezeti tér (S) – kereslet, kínálat, időjárás stb. – lehetséges állapotai ( $s_j$ ) befolyásolják. Ezeket általában a vizsgálat előtti időszak adatai alapján szokták jellemezni, megadni. A lehetséges cselekvések és a környezeti állapotok kombinációi az eredménytér (E) elemei, a lehetséges eredmények ( $e_{ij}$ ). Az így kapott mátrixot profitmátrixnak nevezzük (1-2. ábra).

A profitmátrixban egy cselekvés várható értéke – EMV (Expected Monetary Value):

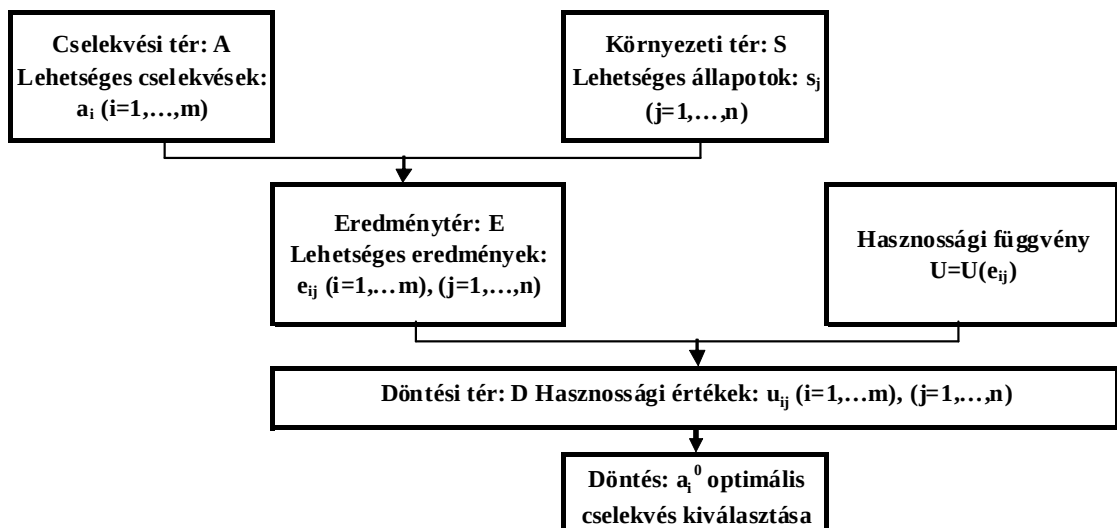
$$EMV_i = \sum_j e_{ij} p_j$$

ahol

$e_{ij}$  : az i-edik cselekvéshez tartozó kifizetés a j-edik környezeti állapot bekövetkezése esetén (1.1)

$p_j$  : a j-edik környezeti állapot bekövetkezésének valószínűsége

A profitmátrix az alapja a játékelméleti modellek alkalmazásának. A döntést emberek hozzák. Éppen ezért a profitmátrixban megkapott eredményeket személyes beállítottságuktól függően másként értékelik, más és más hasznosságot tulajdonítanak nekik. Ezt a hasznossági függvénnyel tudjuk definiálni, és az ezzel transzformált értékek adják a döntési tér (D) hasznossági értékeit ( $u_{ij}$ ).



1-1. ábra Az optimális döntés kiválasztásának sémája

Forrás: WEINSCHENCK, 1991

A döntés, azaz a döntéshozó által optimálisnak ítélt cselekvés kiválasztása az  $e_{ij}$  értékekhez kapcsolódó  $u_{ij}$  értékek alapján történik. Hozzá kell tennünk, hogy az optimális érték nem feltétlenül különbözik, sőt gyakran a döntéseket inkább az  $e_{ij}$  értékek alapján hozzák.

|                              |       | Környezeti állapotok |          |     |          |     |          |
|------------------------------|-------|----------------------|----------|-----|----------|-----|----------|
|                              |       | $s_1$                | $s_2$    | ... | $s_j$    | ... | $s_n$    |
| Bekövetkezési valószínűségek |       | $p_1$                | $p_2$    | ... | $p_j$    | ... | $p_n$    |
| Lehetséges cselekvések       | $a_1$ | $e_{11}$             | $e_{12}$ | ... | $e_{1j}$ | ... | $e_{1n}$ |
|                              | $a_2$ | $e_{21}$             | $e_{22}$ | ... | $e_{2j}$ | ... | $e_{2n}$ |
|                              | ...   | ...                  | ...      | ... | ...      | ... | ...      |
|                              | $a_i$ | $e_{i1}$             | $e_{i2}$ | ... | $e_{ij}$ | ... | $e_{in}$ |
|                              | ...   | ...                  | ...      | ... | ...      | ... | ...      |
|                              | $a_m$ | $e_{m1}$             | $e_{m2}$ |     |          | ... | $e_{mn}$ |

1-2. ábra Profitmátrix

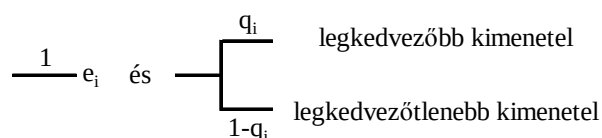
Forrás: WINSTON, 1997 alapján

### 1.1.3. A hasznossági függvény meghatározása és tulajdonságai

A személyi hasznosság függ a vagyon nagyságától, a személy vérmérsékletétől, képzettségétől, tájékozottságától. A kockázathoz való hozzáállás nagymértékben öröklhető, az életkorral szisztematikusan változik, mégpedig a korral rendszerint nő a kockázattellenesség, illetve a kockázattellenesség növekedése figyelhető meg a családi állapotban bekövetkező változás, a házasság megkötése, a családért vállalt felelősség megnövekedése során (ANDERSON *et al.*, 1977, ANDERSON – DILLON, 1992).

A hasznossági függvényt ezért mindig személyre szólóan kell megállapítani. Ennek meghatározására a leginkább elterjedt elmélet a várható hasznosság elmélete (Bernoulli elv), mely választ ad arra, hogyan kell a kockázatos döntési változatokat rendezni, és hogyan kell meghatározni a hasznosság függvényt.

Tekintsünk egy olyan helyzetet, amikor egy személy  $e_i$  jutalmat kap  $p_i$  valószínűséggel ( $i=1,2,\dots,n$ ), azaz  $L=(p_1,e_1; p_2,e_2;\dots; p_n,e_n)$  –  $L$  a lottery rövidítése, ami olyan szerencsejátékot jelent, ahol a részvétel ingyenes. Az  $e_i$  jutalom **hasznosságának** ( $u(e_i)$ ) nevezzük azt a  $q_i$  számot, amelyre igaz, hogy a döntéshozó közömbös a következő két lotteryre nézve:



Az  $u(e_i)$  értékek minden lehetséges jutalomra történő felsorolása a **döntéshozó hasznossági függvénye**. Egy  $L$  lottery várható hasznossága:

$$E(UL) = \sum_{i=1}^n p_i u(e_i) \quad (1.2)$$

A várható hasznosság elve a teljes rendezettség, a folytonossági, a függetlenségi és a különböző valószínűségek axiómáin alapul (NEUMANN –MORGENSTERN, 1947; ANDERSON *et al.*, 1977).

Az **egyéni hasznossági függvény meghatározásának** egyik legelterjedtebb módszere az **ELCE** (Equally Likely Certainty Equivalent, **azonos valószínűségű bizonyossági ellenérték**) eljárás (NEUMANN – MORGENSTERN, 1947). Először a döntési probléma

legrosszabb (a) és legjobb (b) kimeneteleit 50-50 százalék eséllyel magában foglaló bizonyossági egyenértéket (c) kell meghatározni. Ezután az (a,c) majd a (c,b) kimenetekhez tartozó bizonyossági egyenértékek meghatározása következik. Így már 5 pontunk van a hasznossági függvényből, melyekhez felrajzolhatjuk, illetve illeszthetjük a feltételezett típusú hasznossági függvényt. Persze, ha a kapott pontok számát kevésnek találjuk, az eljárás a fenti módon folytatható. Amennyiben a pontok valamelyike a görbe felrajzolása után nem megfelelőnek tűnik, az eljárást a kérdéses helytől kezdve meg kell ismételni.

Ellenőrző lépések is tehetők, mint pl. az (a,c) ill. a (c,b) kimenetekhez tartozó bizonyossági egyenértékekre alkalmazva a módszert, nyilván c-t kell bizonyossági egyenértékként kapnunk.

A direkt módszerrel nyert hasznossági pontokhoz kézzel berajzolt hasznossági függvény grafikonként használható a farmer döntési problémájában szereplő pénzértékekhez tartozó hasznossági értékek leolvasásához. Sokszor előnyös azonban a hasznossági függvény algebrai alakjának ismerete, mert ezzel a szükséges hasznossági értékek – egy számítógépes program, pl. táblázatkezelő részére – gyorsan és egyszerűen meghatározhatók. Ehhez, a függvény típus kijelölése után használhatjuk pl. a legkisebb négyzetek elvét.

Egy L lottery kockázati prémiuma:

$$RP(L) = EMV(L) - CE(L) \text{ ahol}$$

RP(L): kockázati prémium

EMV (L): a lottery kimeneteleinek várható értéke

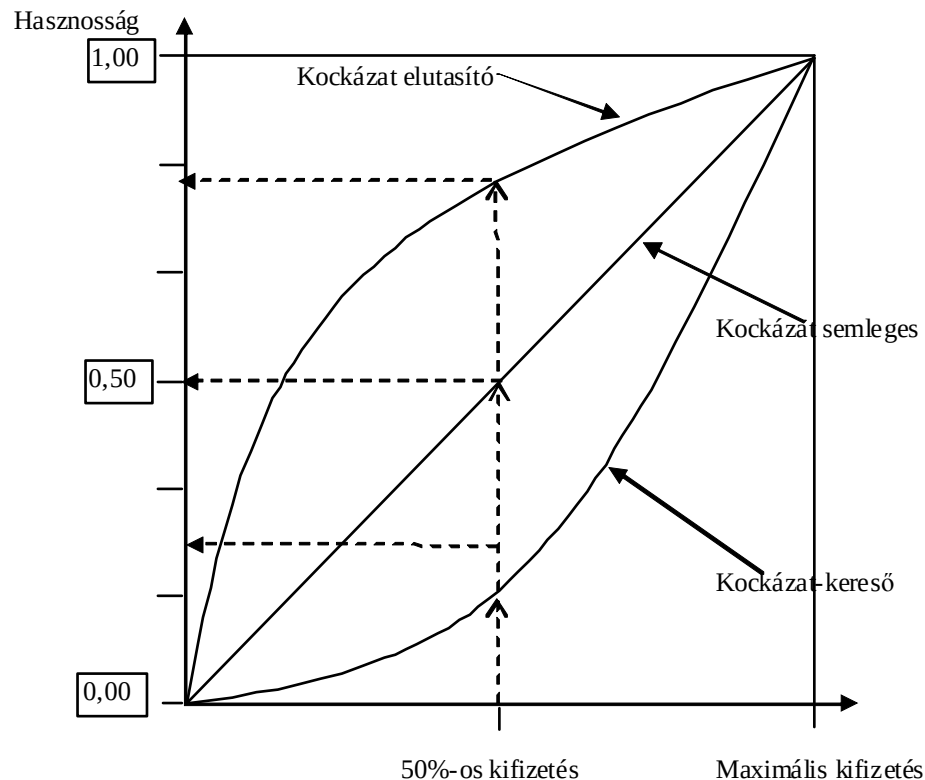
CE(L): a döntéshozó lotteryvel szembeni bizonyossági egyenértéke

(1.3)

Kockázati magatartás szempontjából egy döntéshozó:

- Kockázat-elutasító, ha bármely nemdegenerált L-re  $RP(L) > 0$ , nagy relatív hasznosság érték figyelhető meg bármely kifizetésnél, azonban csökkenő a marginális hasznosság a kifizetések növekedésével.
- Kockázat-semleges, ha bármely nemdegenerált L-re  $RP(L) = 0$ , azaz mindig a várható értéket választja.
- Kockázat-kereső, ha bármely nemdegenerált L-re  $RP(L) < 0$ , bármely kifizetés esetén a legkisebb hasznossági érték, de a marginális hasznosság nő a kifizetések növekedésével.

Az 1-3. ábra az előbbi három, leggyakrabban előforduló hasznosságfüggvény típust mutatja. Az ábrán a legkedvezőtlenebb kifizetéshez tartozó hasznosság érték 0, a legkedvezőbbhöz tartozó 1.



**1-3. ábra A hasznosságfüggvény három gyakori típusa**

Forrás: RAGSDALE, 2007 alapján

## **1.2. A KOCKÁZAT MÉRTÉKÉNEK MEGHATÁROZÁSA**

A döntés során, bármely cselekvési lehetőséget választjuk, arra számítunk, hogy az általunk preferált környezeti állapot, és az ennek megfelelő eredmény következik be. Kockázat esetén ismert valószínűséggel, míg bizonytalanság esetén – mivel a valószínűség nem ismert – egyenlő eséllyel számolhatunk a különböző környezeti állapotok bekövetkezésével. A megalapozottabb döntés érdekében szükségünk van különböző kockázatot jellemző mértékszámokra. A leggyakrabban a múltbeli megfigyelések alapján próbálunk következtetéseket levonni egy-egy döntési problémára vonatkozóan. A valószínűségszámítás segítségével megadhatjuk egy esemény bekövetkezésének a valószínűségét, a gyakoriságokat, az eloszlást, kiszámolhatjuk a bekövetkezések átlagát. Az átlagok azonban eltakarják az ismérvek változékonyságát, ennek kimutatására szolgálnak a változékonyságot jellemző mutatók, úgymint a

szóródás terjedelme, az abszolút átlageltérés, a variancia, a szórás, a relatív szórás. A kockázat nagyságának kimutatására és az összehasonlító elemzésekben is leggyakrabban ezeket a mutatókat használják.

*ERTSEY (1987, 1990)* az ágazatokat jellemző bizonytalanság összehasonlító elemzésére a relatív szórást, illetve jelentős trendhatás esetén a trend függvény hibáját, a reziduális szórást javasolja. Hosszú idősorok esetén – különösen más modellekhez történő kapcsolásnál –, javasolt az adatok trendhatással történő korrigálása, költség és jövedelem adatok esetén az aktuális évre történő inflálás. *DRIMBA (1998a)* esettanulmányában a kockázatprogramozási modellek alkalmazásakor a fedezeti hozzájárulás összegek korrigálására az inflációt használja. *FENYVES (2008)* a bányák szezonális vizsgálatakor a fogyasztói árindexet szerepelteti deflátorként. *BARRY et al. (2001)* a trendkorrekciót javasolja a technikai haladás hatásainak a kiküszöbölésére a tiszta kockázat számítása érdekében. *KOBZAR (2006)* a növénytermesztési árak inflálásakor szintén a fogyasztói árindexet alkalmazza, az egyes ágazatok kockázatát pedig a relatív szórással hasonlítja össze.

*HARNOS (1996, 1998)* szerint kockázatról általában akkor beszélünk, ha a tényleges termés elmarad a várakozástól, azaz a prognózis magasabb a tényleges eredménynél, vagyis veszteség keletkezik. Ahhoz, hogy a kockázatot mérni, esetleg mértékét csökkenteni lehessen, ismerni kell azt, hogy az egyes növények hozamait milyen mértékben befolyásolják az időjárási tényezők, illetve a negatív hatások milyen gyakorisággal fordulnak elő az egyes területeken. Vizsgálatai alapján megállapította, hogy önmagukban a reziduumok és az időjárási tényezők között sem lehet szoros összefüggést megállapítani. Egy-két eset kivételével a korreláció, illetve a hozzájuk tartozó döntési szint olyan alacsony, hogy azokból semmilyen lényeges összefüggésre következtetni nem lehet. Ezért a termésingadozás, illetve a termésveszteség (termelési kockázat) eloszlásfüggvényét, az  $F(s) = P(\eta_0(\xi) \leq s)$ , illetve az  $F_v(s) = P(\eta_0^-(\xi) \leq s)$  függvényeket határozta meg, ahol

$$\eta_0^-(\xi) = \begin{cases} 0 & \text{ha } \eta_0(\xi) \geq 0 \\ -\eta_0(\xi) & \text{ha } \eta_0(\xi) < 0 \end{cases} \quad (1.4)$$

Az  $F$  és  $F_v$  ismeretében már összehasonlítható a termőhelyek termésbiztonsága, illetve definiálható a kockázat fogalma.

*MUN (2004)* szerint a kockázat mérésére leggyakrabban alkalmazott mérőszámok az alábbiak:

- a bekövetkezés valószínűsége,
- szórás és variancia,
- szemi-szórás,
- volatilitás,
- béta,
- relatív szórás (Coefficient of Variability),
- VAR (Value At Risk).

Fentiek közül a leggyakrabban a **szórást** és a **varianciát** használják a kockázat mérésére, azonban azok az elemzők, akik az ingadozásoknál csak az átlag alatti értékeket tekintik veszteségnek, gyakran bírálják, hogy az átlag feletti nagy kiugrásokat is bünteti. Ez küszöbölhető ki a **szemi-szórás** alkalmazásával, hisz itt csak az átlag, vagy egy adott érték alatti eltéréseket vesszük figyelembe. Ekkor pontosabb képet kapunk egy tevékenység kockázatáról, azonban a szemi szórás becslése sokkal nehezebb. Ki kell még emelnünk a **relatív szórást** a mutatók közül, mert a különböző mértékegységgel és nagyságrenddel bíró ágazatok összehasonlítása a szórás segítségével lehetetlen, viszont ezt a szórás és átlag hányadosának képzésével megtehetjük. A **béta** a pénzügyi kockázatelemzésben használatos mutató, a magasabb béta érték nagyobb kockázatot jelent, amihez egy nagyobb tőkearányos jövedelemnek kell társulnia. A piaci kockázاتمérés elmúlt évtizedben legdivatosabb eszköze a **kockázatatott érték (Value At Risk, VAR)**. A VAR fogalma úgy definiálható, mint az a pénzüsszegben vagy hozamkategóriában kifejezett veszteség, amelynél a portfólió egy előre meghatározott valószínűségi szinten és egy előre meghatározott időtávon várhatóan nem szenved el nagyobb veszteséget. A VAR-ral szemben támasztott gyakori kritika, hogy nem veszi figyelembe, mi történik a küszöbérték alatt, azaz nem tesz különbséget aközött, hogy például 1%-kal, vagy 45%-kal következik be a jelzett VAR szintnél magasabb veszteség (*KÓBOR, 2003*). A **volatilitás** az árak éves ingadozásának a mértéke. A volatilitásnak két típusát különböztethetjük meg, a statisztikai volatilitást – vagy más elnevezések szerint historikus volatilitást –, és a belső (implicit) volatilitást. A *statisztikai volatilitás*nál feltételezzük, hogy a múltbeli adatokból számított volatilitás

a jövőben is jellemző lesz, azaz a volatilitás időben nem változik (ZSEMBERY, 2003). Meghatározása az alábbi módon történik:

$$V_s = \sqrt{\sum \frac{(h_t - \bar{h})^2}{n-1} \cdot T} \text{ ahol}$$

$V_s$  : Volatilitás

$h_t = \text{Ln} \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right)$  : az ár-adatsorból számított láncviszonyszámok  
természetes alapú logaritmus

$\bar{h}$  :  $h_t$  átlaga

$n$  : a vizsgált adatsor elemeinek a száma

$T$  : az időszak hossza, amire a volatilitást az adatok alapján kiterjesztjük (ez tőzsdei árak esetén 252 nap)

(1.5)

Az *implicit volatilitás* opciós ügyletek esetén lényeges, és nem más, mint a határidős piaci ármozgás vélhető nagysága, amire az opció prémiuma enged következtetni, meghatározásának alapja a Black–Scholes-modell (BLACK – SCHOLES, 1973). A belső volatilitásnál azt keressük, hogy milyen volatilitásértéket kellene a modellekben alkalmazni, hogy annak eredményeként éppen az aktuális piaci opciós árat kapjuk vissza (BOBIN, 1997).

### 1.3. A KOCKÁZATELEMZÉSI MÓDSZEREK ÁTTEKINTÉSE

A döntési változatok közötti választás számos kockázatelemzési módszerrel lehetséges. A dolgozat célkitűzéseinek megvalósítását segítő módszerek két fő csoportra bonthatók, az egyik a döntési változók sorba rendezésére alkalmas, a másikkal, a matematikai programozási eljárásokkal a termelési szerkezet optimalizálása valósítható meg.

#### 1.3.1. Adott döntési változók sorba rendezésére szolgáló módszerek

Adott döntési változatok sorbarendezeésére, a döntéshozó számára legkedvezőbb változat kiválasztására a **bizonytalansági kritériumok**, a **várható érték - variancia (E-V) kritérium** és a **sztocasztikus dominancia (SD) kritériumok** használhatók.

### **Bizonytalansági kritériumok**

Az 1.1.2. pontban WEINSCHENCK (1991) döntési sémája alapján elkészíthető a döntési mátrix (1-2. ábra), mely ismeretében meghatározhatók a döntési kritériumok (HANF, 1970; KÖGL, 1980).

#### **A gyakran használt kritériumok:**

Maximin vagy Wald-féle kritérium:  $a_i^0 = \max_i \min_j e_{ij}$  (1.6)

Maximax kritérium:  $a_i^0 = \max_i \max_j e_{ij}$  (1.7)

Hurwicz kritérium:  $a_i^0 = \max_i (\alpha \max_j e_{ij} + (1 - \alpha) \min_j e_{ij})$  (1.8)

Átlag vagy Laplace kritérium:  $a_i^0 = \max_i \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n e_{ij}$  (1.9)

Minimax regret vagy Savage kritérium:  $a_i^0 = \min_i \max_j h_{ij}$  (1.10)

ahol

- $a_i^0$  az optimális döntési változat
- $i$  a döntési változat indexe ( $i \in A$ )
- $j$  a környezeti állapot indexe ( $j \in S$ )
- $\alpha$  az optimizmus paraméter értéke ( $[0,1]$  intervallumbeli értékkel)
- $h_{ij} = \max_k c_{kj} - c_{ij}$  az elmulasztott nyereség (a  $k$ . környezeti állapotok maximumaihoz viszonyítva)
- $e_{ij}$ : az  $i$ -edik cselekvéshez tartozó kifizetés a  $j$ -edik környezeti állapot bekövetkezése esetén

A bizonytalansági kritériumok alkalmazásához általában a korábbi évek során megfigyelt idősor adatok, keresztmetszeti adatok, illetve a döntéshozó szubjektív adatai képviselik a lehetséges környezeti állapotokat.

A **maximin vagy Wald-féle kritérium** a legkedvezőtlenebb eredmények bekövetkezésével számol, ezek közül a legnagyobbat választva optimalizál. Pesszimista döntéshozó kritériuma. Az "ésszerűség szélső határán" álló kritériumnak is nevezik.

A **maximax kritérium** a nagyon optimista döntéshozó kritériuma, hiszen azt a döntési változatot veszi optimálisnak, amelyik legnagyobb értéke a többi alternatíva legnagyobb

értékénél is nagyobb. Csak a legjobb körülmények bekövetkezésére számít. Az előző kritérium ellentétéként fogható fel.

A **Hurwicz kritérium** az előző két kritérium kombinációja. Az  $\alpha$  pesszimizmus-optimizmus együttható segítségével a maximax és maximin kritériumok közötti súlyozott eredményt ad. Értelemszerűen  $\alpha=1$  esetén a maximax,  $\alpha=0$  esetén a maximin kritériummal egyenértékű.

Az **átlag vagy Laplace kritérium** szerint az lesz az optimális alternatíva, melyhez a környezeti tér különböző lehetséges állapotaihoz tartozó eredmények átlaga maximális értéket ad. A kritérium az egyes környezeti állapotok bekövetkezését azonos súllyal veszi figyelembe, ezért a semleges (se nem pesszimista, se nem optimista) döntéshozó kritériumának tekinthetjük.

A **minimax, regret vagy Savage kritérium** nem a tényleges eredményeken, hanem azon alapul, hogy mennyivel növekedhetett volna az eredmény, ha a bekövetkezendő környezeti állapotokra nézve optimálisan történik a választás.

Először az úgynevezett regret mátrixot kell elkészíteni, azaz a bekövetkező veszteséget vagy elmulasztott nyereségeket kell kiszámítani az eredeti adatokból. A  $j$ . környezeti állapotban bekövetkező legnagyobb eredményből ki kell vonni az  $i$ . alternatíva választása esetén bekövetkező eredményt. A legrosszabb környezeti állapotok bekövetkezésére számítva, mindegyik alternatívára megkeressük a legnagyobb hátrányt mutató számot, és azt az alternatívát választjuk, melynél ez az érték a legkisebb. A pesszimista döntéshozó kritériumának vagy a megbánás kritériumának is nevezik.

A bizonytalansági kritériumok mezőgazdasági alkalmazását jól szemlélteti *DRIMBA – ERTSEY (2003a)* tanulmánya, amelyben különböző műtrágyakezelések értékelését végezték el.

### **Várható érték - variancia (E-V) kritérium**

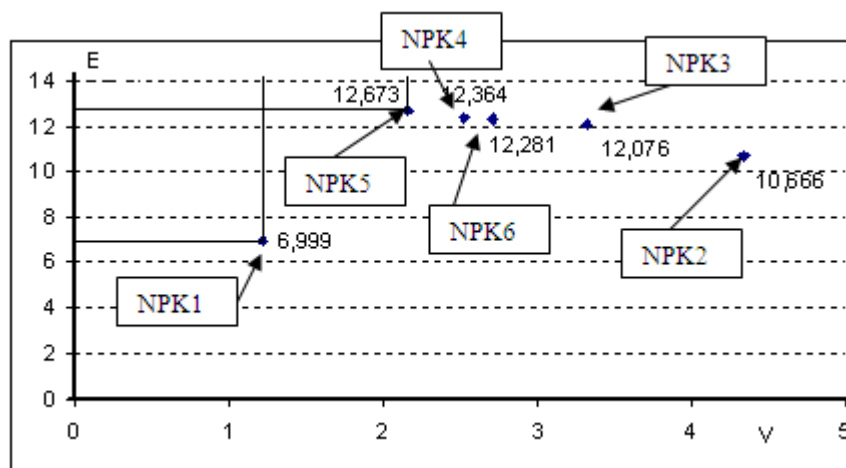
Az E,V kritérium azon a feltételezésen alapul, hogy ha az  $a_1$  alternatíva várható értéke nagyobb vagy egyenlő  $a_2$  alternatíva várható értékénél és  $a_1$  varianciája kisebb vagy egyenlő az  $a_2$  varianciájánál, azaz  $E_1 \geq E_2$  és  $V_1 \leq V_2$ , és legalább ezek egyike éles egyenlőtlenség, akkor akkor az  $a_1$  változat preferált a  $a_2$ -höz képest azoknál a döntéshozóknál, akik a többet mindig preferálják a kevesebbhez képest és nem kedvelik a kockázatot - amit itt a döntési változó varianciája fejez ki.

Kiegészítő követelmény:

- a döntési változó normális eloszlású legyen, vagy
- a hasznossági függvény kvadratikus legyen.

A szabály szemléletes alkalmazását *HARDAKER et al. (1997, 2004)* az egyes döntési változatok E,V koordináta-rendszerbeli ábrázolásával mutatja be. Az E,V értékpárjukkal meghatározott pontokkal felrajzolt változatok közül azok kerülnek az efficiens halmazba, melyek által kijelölt észak-nyugati síknegyedben nem található másik döntési változat.

A kritérium alkalmazását *DRIMBA – ERTSEY (2003a)* tanulmánya alapján mutatom be (1-4. ábra). Látható, hogy az NPK1 és az NPK5 műtrágyakezelések kerülnek az efficiens halmazba. Az NPK1 kivételével az NPK5 az összes többi kezelést dominálja, hiszen azok hozamánál nagyobb hozamot, azok varianciájánál kisebb varianciával ígér. Ilyen szempontból a további sorrend: NPK4, NPK6, NPK3.



**1-4. ábra A kukorica hozam várható értéke (t/ha) és varianciája (t/ha)<sup>2</sup> közötti kapcsolat a különböző műtrágyadózisoknál, öntözött változatnál**

Forrás: DRIMBA – ERTSEY, 2003a

#### ***A sztochasztikus dominancia (SD) kritérium***

Az E,V hatékonysági vizsgálatától eltérően, ahol csak a döntési változó eloszlásának első két momentumát használtuk a döntéshez, a SD kritériumok a *teljes eloszlást* használják a különböző döntési változatok összehasonlításához.

Ha a H és G döntési alternatívákhoz az alábbi függvényeket definiáljuk (FISHBURN, 1964)

$$\begin{aligned}
 H_1(R) &= \int_a^R f(x) \, dx & G_1(R) &= \int_a^R g(x) \, dx \\
 H_2(R) &= \int_a^R H_1(x) \, dx & G_2(R) &= \int_a^R G_1(x) \, dx \\
 H_3(R) &= \int_a^R H_2(x) \, dx & G_3(R) &= \int_a^R G_2(x) \, dx
 \end{aligned} \tag{1.11}$$

ahol

$f(x)$  és  $g(x)$  a vizsgált sztochasztikus változóhoz (pl. jövedelem) tartozó sűrűség függvények (értelmezési tartományuk legyen  $[a,b]$ , a relatív gyakoriságokkal becsülhetők),

akkor

a H-nak G feletti *i-ed rendű sztochasztikus dominanciája* áll fenn, ha

$$H_i(R) \leq G_i(R) \quad (i=1,2,3) \tag{1.12}$$

minden  $R \in [a,b]$ ,  $R \neq a, b$  értékre és a  $<$  reláció érvényes legalább egy  $R$ -nél.

Az *i-ed rendű SD* szerint a döntéshozó a H alternatívát akkor preferálja a G-vel szemben, ha az előbbi alternatíva  $H_i$  függvénye az értelmezési tartományon sehol sem vesz fel nagyobb értéket mint az utóbbi  $G_i$  függvénye, vagyis  $H_i$  grafikonja sehol sincs fentebb és legalább egy helyen lentebb van  $G_i$  görbétől. Az SD kritériumok a kockázattelenes döntéshozók kritériumai (HANOCH – LEVY 1969, ANDERSON *et al.*, 1977).

Azon döntési változatok, melyek görbéje a koordináta rendszerben mindenütt fentebb van a többi változat görbéjénél, az inefficiens, míg a többiek az efficiens halmazba sorolhatók. Az inefficiens halmazba került változatok elhagyhatók a további vizsgálatokból, mert ezek egyike sem preferált azon döntéshozók által, akiknek preferenciái összhangban vannak a használt kritérium jellemzőivel. Ha az elsőrendű SD kritérium nem eredményez döntést, akkor alkalmazzuk a magassabb rendű kritériumokat (DRIMBA – ERTSEY, 2008).

Az E-V kritérium inkább a kisebb, az SD kritériumok elsősorban nagyobb adathalmazok esetén alkalmazhatók. Az SD kritériumok előnye, hogy nemcsak a

várható érték szintjén, hanem a vizsgált változó teljes értelmezési tartományán végzik az összehasonlítást.

A módszert *HARNOS* (1991) és *DRIMBA – ERTSEY* (2003b) mutatták be Magyarországon esettanulmányokkal.

### 1.3.2. Matematikai programozás a kockázatelemzésben

A matematikai programozás az **optimalizálási problémák** megoldásának egyik meghatározó eszközcsoportja. Legegyszerűbb fajtája a **lineáris programozás (LP)**, melyben korlátozó feltételekkel egy konvex halmazt határozzunk 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. *STIGLER* (1945) étrendi problémát megoldó LP modellje az első egyike volt, amit már számítógéppel is megoldottak. *BÁLINTFY* (1976) **egészértékű programozást** alkalmazott különböző intézmények menüszerű étkeztetésének heti vagy havi tervezésére. Sajátos alkalmazási terület a *munkaszervezési* problémák megoldására szolgáló LP modell. *Tőkeallokációs* problémák modellezésével többen is foglalkoztak (*WEINGARTNER*, 1963; *MYERS – POGUE*, 1974). Rövid távú pénzügyi modelleket alkalmazott a döntés-előkészítésben *NEAVE – WIGINTON* 1981-ben. Hosszú távú tervezésre *dinamikus (többperiódusos)* – szimultán vagy rekurzív – LP modellek alkalmazhatóak (*ROBICHEK et al.*, 1965; *WAGNER*, 1975; *LANZENAUER et al.*, 1987; *ROHN*, 1987). A *keverési problémák* megoldásának egyik leggyakoribb megoldási eszköze a lineáris programozás (*GARVIN et al.*, 1957; *GLASSEY – GUPTA*, 1975). Utolsóként említtem meg, de talán az egyik leggyakoribb felhasználás a lineáris programozás *termelési modellek*nél történő alkalmazása. A szakirodalomban szinte az összes termelési ágazatra vonatkoztatva találhatunk speciális alkalmazási lehetőségeket, és működő gyakorlati alkalmazásokat (*HARTLEY*, 1971; *CHEUNG – ANGER*, 1976; *JAIN et al.*, 1978; *SULLIVEN – SECREST*, 1985; *CARINO –LENOIR*, 1988; *DOBSON – KALISH*, 1988). A gazdasági problémák modellezésekor gyakran fordulnak elő olyan esetek, amikor a célfüggvény nemlineáris függvény, vagy pedig a feltételek valamelyike

nemlineáris. Ilyenkor beszélünk **nemlineáris (NLP) feladat**ról. 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 matematikai programozás a mezőgazdaságban is gyorsan tért hódított, az 1950-es évek második felétől jelentek meg *HEADY, 1957; HEADY – CANDLER 1958* kutatási eredményei. Magyarországon módszertani alapozó könyvek voltak *KREKÓ (1965, 1966, 1972)* munkái, a mezőgazdasági alkalmazásban meghatározó kutatásokat folytatott *TÓTH (1969, 1973, 1981), ERTSEY (1974, 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.

Magyarországon a nyolcvanas évekre kialakult egy, az optimalizáló tervezést támogató tudományos háttér, illetve szaktanácsadási rendszer (pl. a Debreceni Agrártudományi Egyetemen működő CADMAS), és az akkori nagyüzemek jól képzett szakemberei hajlandók voltak, és tudtak is modellekben gondolkodni. Ekkor minden abba az irányba mutatott, hogy a küszöbön álló robbanásszerű informatikai fejlődés során nagyon gyors változások lesznek. Azonban a rendszerváltozás, és a privatizációval együtt járó birtokelaprózódás, és a tapasztalatlan, gyakran jogbizonytalanságban gazdálkodó kis- és középtermelői réteg kiszélesedésével a fent említett módszerek, illetve ehhez kapcsolódó rendszerek piaca teljesen beszűkült, így a magyar mezőgazdaság nem tudta kihasználni az ebben rejlő lehetőségeket.

A magyar viszonyokkal ellentétben a 90-es évektől a fejlett országokban rohamosan terjedni kezdtek a PC-kre írt alkalmazások, döntéstámogató modulok, melyek egy része lineáris programozási modellekre épülő termelési szerkezet optimalizálást, vagy többcélú programozáson alapuló modelleket használt. *HARDAKER et al., (1997, 2004)* a mezőgazdaságban fellépő kockázatok kezelésének széles skáláját mutatják be. 2000-2001-ben került piacra a Silsoe Research Institute, az IACR-Rothamsted, az ADAS, és a Morley Research Centre által fejlesztett Silsoe Whole Farm Model programcsomag. A lineáris programozáson és többcélú programozáson alapuló modellek fejlesztését

AUDSLEY *et al.*, (2001) végezték. ALFORD *et al.*, (2004) egyszerű lineáris illetve determinisztikus többperiódusos modellekre épülő rendszert mutatnak be, és a kockázatkezelést a későbbiekben sztochasztikus programozással és MOTAD-modell segítségével kívánják megoldani.

### 1.3.2.1. Lineáris programozási modellek alkalmazhatósága a kockázatelemzésben

A lineáris programozási modellekkel nem tudjuk a véletlen hatásokat bemutatni, mert determinisztikusnak tekinthetők. Ez azt jelenti, hogy modell összeállításakor figyelembe vett értékesítési ár-, költség-, hozam adatok és erőforrás mennyiségek függvényében határozható meg a maximális jövedelemhez tartozó optimális termelési szerkezet.

Egy egyszerű lineáris programozási modell matematikai megfogalmazása:

$$\begin{aligned} x_j &\geq 0; b_i \geq 0 & (j=1,2,\dots,n; i=1,2,\dots,m) \\ \sum_j a_{ij}x_j &\leq b_i & (i=1,2,\dots,m) \\ \sum_j E(c_j)x_j &\Rightarrow \text{MAX!} \end{aligned} \quad (1.13)$$

ahol

$x_j$ : a tevékenységek mérete

$b_i$ : az  $i$ -edik erőforrásból rendelkezésre álló mennyiség

$a_{ij}$ : a  $j$ -edik tevékenység fajlagos erőforrás szükséglete az  $i$ -edik erőforrásból

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

Mátrixos formában:

$$\begin{aligned} \mathbf{x} &\geq 0; \mathbf{b} \geq 0 \\ \mathbf{Ax} &\leq \mathbf{b} \\ \mathbf{c}^T \mathbf{x} &\Rightarrow \text{MAX!} \end{aligned} \quad (1.14)$$

ahol

$\mathbf{x}$ : a tevékenységek méretét tartalmazó vektor

$\mathbf{b}$ : kapacitásvektor

$\mathbf{A}$ : technológiai mátrix

$\mathbf{c}^T$ : a tevékenységek fajlagos jövedelmét tartalmazó vektor

A fenti tényezők ingadozásának figyelembevétele több módszerrel is lehetséges. Először mindig az árnyékárak vizsgálatát célszerű elvégezni. Az **árnyékárak** elemzése lehetővé teszi számunkra – egy adott összefüggésrendszerben –, a modell korlátozó feltételeinek a vizsgálatát, illetve a változókhoz rendelt célfüggvény értékek – jövedelem vagy költség adatok – elemzését. A *célfüggvény koefficiensek alsó és felső határérték közötti tartománya* információt ad számunkra arról, hogy a célfüggvény érték milyen mértékű ingadozása esetén marad változatlan a determinisztikus körülmények között optimalizált termelési szerkezet, azaz lényeges kiegészítést kapunk a modell költség- és hozamváltozásokkal kapcsolatos *érzékenységről*. A küszöbárak elemzésekor, azok ésszerű és megalapozott figyelembevételével az alternatív optimumokban rejlő lehetőségeket használhatjuk ki a döntéselőkészítés során.

Az árnyékárak elemzése után **érzékenységvizsgálatokat** végezhetünk, azaz a modell számszerű jellemzőit (technológiai paramétereket, kapacitásértékeket, célfüggvény koefficienseket) változtatjuk, szerkezeti módosításokat hajtunk végre (új változók, új mérlegfeltételek), vagy új gazdasági tartalmat adunk a célfüggvénynek. Ezek alapján új döntési variánsokat képezhetünk, és elemezhetjük az árváltozások és hozamváltozók hatását. CSÁKI – MÉSZÁROS (1981) az árhatás vizsgálatoknak három típusát különbözteti meg:

- csak egy-egy ágazat árfeltételeit változtatjuk,
- a versenyző ágazatok, illetve termékcsoporthoz árviszonyait módosítjuk,
- valamennyi termelési ág árviszonyainak együttes változását feltételezzük.

A véletlen tényezők kezelésének egyik megoldása a **sztochasztikus lineáris programozás (SLP)**, ahol a sztochasztikus koefficienseket beépítjük a lineáris programozási modellbe. A módszer akkor alkalmazható, ha a sztochasztikus koefficiensek eloszlásfüggvénye ismert. SLP feladat esetén arról van szó, hogy az LP modell kapacitásvektora ( $b$ ), és/vagy célfüggvény vektora ( $c^T$ ), és/vagy a technológiai mátrix ( $A$ ) valószínűségi változók, és az ezekhez tartozó valószínűségek ( $p(A,b,c)$ ) többváltozós eloszlás formájában adottak. A cél a  $Z_{\max}$  eloszlásának előállítása. A gyakorlatban – különösen a mezőgazdaságban – az SLP alkalmazásának korlátja a megfelelő eloszlások hiánya (CSÁKI – MÉSZÁROS, 1981). Magyarországon KÖLES (1975) az elsők között használt sztochasztikus programozási modellt a mezőgazdasági vállalatok tervezésében. Sikeresen alkalmazta az SLP-t többperiódusos szükséglettervezési problémák megoldására BAKIR – BYRNE (1998), ahol az igényt

tekintették valószínűségi változónak. *BOUZAHER – OFFUTT (1991)* egy etanolt gyártó üzem kukorica termeltetését modellezte SLP-vel, és a megfelelő eloszlások létrehozására Monte-Carlo szimulációt alkalmazott.

### **1.3.2.2. Kockázatprogramozási modellek**

Az előző alfejezetben ismertetett lineáris programozási modellek minden előnyük ellenére figyelmen kívül hagyják a döntéshozó kockázathoz való hozzáállását. Ezt a kockázatprogramozási modellekkel, azaz a hasznosságmaximalizáló modellekkel tudjuk figyelembe venni (*HAZELL – NORTON, 1986; HARDAKER et al., 1997*). A kockázatprogramozási modellek esetén először azt kell eldöntenünk, hogy a kockázatot hogyan jellemezzük. Az 1.2 fejezetben már szó volt róla, hogy a kockázat mértékének meghatározására – többek között – a szóródási mutatók is alkalmasak. 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.

Hogyan maximalizáljuk a hasznosságot az előbb említett modellek segítségével?

A kérdés megválaszolásához lépünk vissza a lineáris programozási modell megfogalmazásához, amely szerint a rendelkezésre álló erőforrások segítségével egy olyan optimális termelési programot szeretnénk, ahol a jövedelem maximális. Sajnos, ennél a termelési szerkezetnél a legnagyobb a kockázati tényező is, azaz a jövedelemingadozás, mert – a korlátozó feltételektől függően – a magas fajlagos jövedelmű, így nagyobb jövedelemingadozású tevékenységek aránya nagyobb lesz a tevékenységek összetételében. A maximális jövedelemhez – ha nincs alternatív optimum – csak egy lehetséges termelési szerkezet tartozik. A döntéshozók többsége azonban hajlandó lemondani bizonyos mennyiségű jövedelemről annak érdekében, hogy egy általa elvárt jövedelemszint minél kisebb kockázattal elérhető legyen. Minden döntéshozó, azonos eredményt realizáló tervek közül azt a tervet fogja előnyben

részesíteni, amely kisebb kockázattal valósítható meg. Ezt a tervet efficiens tervnek nevezzük. Az E-V és a MOTAD modell segítségével meghatározható az a termelési szerkezet, ahol a variancia illetve az átlagtól vett eltérések összege minimális. Több, a maximálisnál fokozatosan csökkenő eredményt paraméteresen beállítva, majd lefuttatva a modelleket (paraméteres programozás) megkapjuk a különböző jövedelemszintekre érvényes efficiens terveket. Ha ismernénk a döntéshozó hasznosságfüggvényét, a megfelelő terv egyértelműen kiválasztható lenne. Ennek hiányában a döntéshozónak kell kiválasztania a saját hasznosságának leginkább megfelelő változatot az efficiens tervek közül: azt a változatot, melynél a jövedelem még elfogadhatóan magas, ugyanakkor a kockázatot kifejező variancia is elfogadható.

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.

- **Várható érték – variancia (E-V) modell**

$$\begin{aligned}
 & x_j \geq 0; b_i \geq 0 \quad (j=1,2,\dots,n; i=1,2,\dots,m) \\
 & \sum_j a_{ij} x_j \leq b_i \\
 & \sum_j E(c_j) x_j = \lambda \\
 & \sum_{j=1}^n \sigma_j^2 x_j^2 + 2 \sum_{j=1}^{n-1} \sum_{k=j+1}^n \sigma_{jk} x_j x_k \Rightarrow MIN!
 \end{aligned} \tag{1.15}$$

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

$\lambda$  : paraméter a jövedelemszintek beállítására

$\sum_{j=1}^n \sigma_j^2 x_j^2 + 2 \sum_{j=1}^{n-1} \sum_{k=j+1}^n \sigma_{jk} x_j x_k$  : variancia

$\sigma_j^2$  : a j-edik tevékenység jövedelemvarianciája

$\sigma_{jk}$  : a j és k tevékenységek jövedelmei közötti kovariancia

A célfüggvény mátrixműveletekkel kifejezve:

$$V = x^T C x \text{ ahol} \quad (1.16)$$

$$x^T = (x_1, x_2, \dots, x_n)$$

$$C = \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1n} \\ \sigma_{21} & \sigma_2^2 & \cdots & \sigma_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \cdots & \sigma_n^2 \end{bmatrix} \quad (1.17)$$

A modell úgy határozza meg a tevékenységszerkezetet, hogy a parametrikusan beállított E értékekhez a minimális jövedelem variancia (V) tartozzon.

- **MOTAD modell (MOTAD = Minimization of Total Absolute Deviation)**

Az átlagos abszolút eltérés:

$$M = \frac{1}{s} \sum_{h=1}^s \left| \sum_{j=1}^n (c_{hj} - g_j) x_j \right| \quad (1.18)$$

ahol

$c_{hj}$  : a j. tevékenység fajlagos jövedelme a h. megfigyelésnél (s az évek száma)

$g_j$  : az átlagos fajlagos jövedelem a j. tevékenységre (n a tevékenységek száma)

$x_j$  : a j. tevékenység mérete

A modell felépítése:

$$x_j \geq 0; b_i \geq 0; y_{h^-} \geq 0$$

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i \quad (i = 1, \dots, m) \quad (j = 1, \dots, n)$$

$$\sum_{j=1}^n (c_{hj} - g_j) x_j + y_{h^-} \geq 0 \quad (h = 1, \dots, s)$$

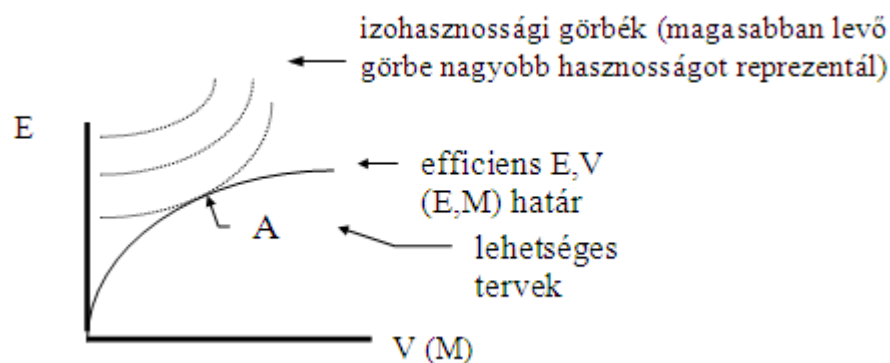
$$\sum_{j=1}^n E(c_j) x_j = \lambda$$

(1.19)

$$M' = \sum_{h=1}^s y_{h^-} \Rightarrow \text{MIN!}$$

HAZELL (1971) fenti modelljében a negatív irányú – nem kívánatos – eltérések szerepelnek, melyek jól kifejezik a tényleges kockázatot. A modellel kapott tervek a parametrikusan beállított jövedelem értékekhez a minimális átlagos abszolút jövedelem eltérés (M) tartozik.

Az E-V és a MOTAD modellekkel kapott tervek és a hasznosság kapcsolata az 1-5. ábra alapján értelmezhető.



1-5. ábra A tervek és a hasznosság kapcsolata

Forrás: DRIMBA, 1998a

A döntéshozó az efficiens határon levő tervek közül választ, hiszen adott jövedelmet (E) a tervben kapott termékszerkezettel érheti el a legkisebb kockázattal (V). Kisebb jövedelem kisebb kockázattal érhető el.

A várható érték egy ésszerű szintjétől az efficiens határgörbe laposabb lesz, kis E csökkentés nagy V(M) csökkenéssel jár. A kockázattal szembeálló döntéshozók hajlandók a

jövedelem egy részéről lemondani, ha a kockázatcsökkenés aránya ennél sokkal nagyobb lesz.

Ha a döntéshozó hasznossági függvénye ismert lenne, akkor az *optimális terv az A ponthoz tartozó lenne*, különben az efficiens határon levő tervek közül kínálunk fel néhányat választásra, melyek közül a döntéshozó azt a tervet választhatja, mely *saját hasznosságának a legmegfelelőbb*, vagyis a még elfogadható nagyságú jövedelem mellett a legkedvezőbb kockázatú változatot valósítja meg.

E-V módszert alkalmaztak *DRIMBA et al. (2000)* kukoricahibridek területi arányának meghatározásakor.

- **DEMP modell (direct expected utility maximizing program)**

A várható hasznosság közvetlen maximalizálását végzi, ha kockázatmentes döntéshozóról van szó és ismert a döntéshozó hasznossági függvénye. Nincs korlátozva a hasznossági függvény formája, nincsenek megkötések a véletlen változók eloszlására (*LAMBERT – McCARL, 1985*). A gondot itt a tényleges hasznosságot leíró függvény megkeresése jelenti.

A modell a következő:

$$\begin{aligned}
 x_j &\geq 0; b_i \geq 0 & (j = 1, 2, \dots, n; i = 1, 2, \dots, m) \\
 \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j &\leq b_i \\
 z_h &= \sum_{j=1}^n c_{hj} x_j & (h = 1, 2, \dots, s) \\
 \text{MAX}_x E[U] &= \sum_{h=1}^s p_h U(z_h)
 \end{aligned} \tag{1.20}$$

ahol

$z_h$  : a h-adik környezeti állapotban elérhető eredmény

$U(z)$ : a hasznossági függvény

A megoldás nemlineáris optimalizáló programokkal lehetséges.

### 1.3.3. A szimuláció a kockázatkezelésben

A szimulációs modell egy valós rendszernek olyan leegyszerűsített matematikai megvalósítása, mely az eredeti rendszer viselkedését hivatott tanulmányozni különböző

feltételek, körülmények változtatása mellett. Ellentétben az analitikus modellek által szolgáltatott pontos eredményekkel, a szimulációs eljárás a modell időbeni futtatását és végrehajtását foglalja magában, hogy a rendszer működését leíró teljesítménymutatókról szolgáltatson reprezentatív mintákat (WINSTON, 1997). Megkülönböztetünk sztochasztikus és determinisztikus modelleket. A determinisztikus modellekbe nincs beépítve a véletlenszerűség. A kockázatok modellezésének általánosan elfogadott eszköze a Monte-Carlo módszer (KOVÁCS *et al.*, 2007a) – a sztochasztikus szimuláció is általában ezen a technikán alapul –, melynek lényege, hogy az egyes bizonytalan tényezőkhez rendelt valószínűség-eloszlás alapján véletlenszerűen választunk ki értékeket, amelyeket a szimulációs vizsgálat egy-egy kísérletében használunk fel (RUSSEL – TAYLOR, 1998). Az elemezni kívánt modellben rögzítjük többek között a befolyásoló változókat, illetve lehetséges intervallumaikat, valószínűség-eloszlásaikat, valamint a változók közötti kapcsolatokat. A változók adott intervallumbeli és eloszlás szerinti értékeit véletlenszám-generátorral képezzük. A modellt számítógép segítségével egymás után többször, általában 1000-10000 kísérletszámmal futtatjuk és így egy várhatóértéket és egy szórási tartományt kapunk a meghatározni kívánt eredményváltozóra. Az eloszlásfüggvény segítségével aztán meghatározható, hogy az adott változó értéke milyen valószínűséggel esik egy adott intervallumba (KOVÁCS *et al.*, 2007b). A modellekben eredményváltozóként leggyakrabban a jövedelmet szokták megadni, és annak a kockázatát figyelik, hogy milyen valószínűséggel lesz adott érték felett, illetve alatt az értéke. A futtatások számának növelésével az eredményváltozók eloszlása tetszőleges pontossággal megadható az alábbiak szerint (WATSON, 1981; JORGENSEN, 2000):

$$\psi = E_{\pi} \{U(X)\} = \int U(x)\pi(x)dx, \quad (1.21)$$

ahol  $X = \{\theta, \phi\}$  a  $\theta$  döntési paramétereket és a  $\phi$  állapot paramétereket tartalmazó vektor,  $\pi(x)$  pedig az  $x$  eloszlásfüggvénye.  $U(x)$  egy hasznossági függvény, amely általában a jövedelmet jelenti az  $E_{\pi}()$  függvény a várható hasznosságot adja meg adott eloszlás mellett. A módszer előnye, hogy külön-külön döntési variánsokra is futtathatjuk a modellt, és a különböző döntési változatok kockázata összehasonlítható. A fenti integrál értékének numerikus meghatározására az alábbi képletet alkalmazzák (JORGENSEN, 2000):

$$\bar{\psi} = \frac{1}{k} \{U(x^{(1)}) + \dots + U(x^{(k)})\}, \quad (1.22)$$

ahol  $k$  jelenti a kísérletszámot, azaz a futtatások számát.

Kiváló, könnyen kezelhető szimulációs szoftverek használhatók, mint például Crystal Ball (Decisioneering, Inc.), @Risk (Palisade Corporation). Ezek az ismert Excel táblázatkezelőn alapulnak. Itt kell felépíteni az alkalmazandó modellt, melynek paraméterei sztochasztikusak is lehetnek. A paraméterek eloszlását több eloszlástípusból választhatjuk ki. Futtatás után a szimuláció az eredményváltozó eloszlását adja, amiből megállapítható, hogy a vizsgált változó milyen valószínűséggel veszi fel értékét egy adott intervallumon.

Optimalizáló programjaik (OptQuest, RISKOptimizer) segítségével különböző optimalizációs feladatokat oldhatunk meg, például a már említett kockázatprogramozási modelleket, vagy portfólió elemzéseket, szállítási-, elosztási feladatokat (BALOGH *et al.*, 2008).

#### 1.3.4. Az előrejelzések értékelése és a kockázatkezelés

A kockázatprogramozási modellekben és a döntési kritériumok alkalmazásánál a döntéshozó által nem befolyásolható tényezők előrejelzése helyett a döntéshozó kockázathoz való viszonya kerül előtérbe. Azonban nem feledhetjük el, hogy a döntéshozó kockázatelutasítása, kockázattal szembeni közömbössége, vagy éppen kockázatvállalása nem befolyásolja a termelés eredményére ható tényezők alakulását, sőt, úgy is fogalmazhatunk, hogy inkább háttérbe szorítja a probléma lényegét. Emiatt szükséges lehet a döntéseket befolyásoló legfontosabb események előrejelzése. Korábban már foglalkoztam az optimalizáló modellek érzékenységvizsgálatával, illetve mint a kockázat figyelembevételének egyik lehetőségét mutattam be a sztochasztikus LP modellt. Azonban e modellek paraméterei/eloszlásai is valamilyen objektív elemzést és/vagy szubjektív értékítéletet tükröznek. Bármilyen módszert alkalmazunk az előrejelzéshez, nem kerülhetjük meg azok bevételezésének értékelését, és az ellenőrzés gyakoriságát.

Az előrejelzéshez használhatunk klasszikus statisztikai előrejelző eszközöket, így a regresszió számítást, mozgóátlagos előrejelzést, analitikus trendszámítást, szezonális

ingadozás esetén a legegyszerűbb az ad hoc előrejelzés, de alkalmazhatunk szezonális dekompozíciót, illetve különböző simítási eljárásokat (BALOGH, 2003). A számítógépes programcsomagok megjelenésével a különböző nagyobb számításigényű ARIMA, SARIMA modellek alkalmazása, illetve a Fourier-analízis elvégzése is könnyebbé vált, melyekkel a ciklikus hullámzások hatásai is modellezhetők. Az előrejelzési módszerek leírásával nem kívánok részletesen foglalkozni, tanulmányozásukra kiváló statisztikai könyvek állnak rendelkezésre (MANCZEL, 1983; FARNUM – STANTON, 1989; TRIOLA – FRANKLIN, 1994; HUNYADI *et al.*, 1996; GALÓ – GYURICSKU, 1997; KERÉKGYÁRTÓNÉ *et al.*, 2003; SZŰCS, 2004). Bővebben foglalkozok az előrejelzések pontosságának az értékelésével, illetve nyomon követésével.

Az előrejelzések pontosságát a legegyszerűbb esetben az **átlagos abszolút eltéréssel (MAD: mean absolut deviation)** jellemezhetjük (WINSTON, 1997):

$$MAD = \frac{\sum |x_t - x'_t|}{n} \quad \text{ahol}$$

$x_t$  : a t-dik időszakban ténylegesen megfigyelt érték . (1.23)

$x'_t$  : a t-dik időszakra adott előrejelzés

A MAD alkalmazásakor általánosan elfogadott, hogy az az előrejelzés tekinthető pontosabbnak, ahol a MAD értéke a kisebb. A MAD értékét használta FENYVES (2008) a szezonalitást mutató bárányarak előrejelzési hibájának jellemzésére.

A másik hibamutató az **átlagos négyzetes hiba**, vagy átlagos reziduális négyzetösszeg, melyből kiszámítható a becslés standard hibája (reziduális szórás) (BALOGH, 2004):

$$s_e = \sqrt{\frac{SSE}{n-2}} \quad \text{ahol } SSE = \sum (y_i - y'_i)^2; y_i : \text{ténylegesen megfigyelt érték} \quad (1.24)$$

$y'_i$  : előrejelzett érték

A reziduális szórást leginkább akkor használják, ha több előrejelzési modell közül kell kiválasztani azt, ahol az előrejelzési hiba szórása a legkisebb (KOLTAI, 2006).

A MAD és a reziduális szórás elsősorban arra alkalmas, hogy a különböző előrejelző módszereket összehasonlítsuk, illetve sorba rendezzük. A gyakorlatban – gondoljunk például a kereslet vagy árelőrejelzésekre – folyamatosan kontrollálni kell előrejelzéseink „jóságát”, mert az előrejelzett események alapján hozunk olyan döntéseket, illetve végzünk tervmódosításokat, melyek a jövőbeli eredményt alapvetően befolyásolják. Az előrejelzés során tudnunk kell, hogy az idő múlásával egy alkalmazott előrejelzési modell megfelelően működik-e, tehát az igény alakulásával kapcsolatos induló feltételezéseink változatlanul helytállóak-e. Ennek az ellenőrzésnek az egyik lehetősége a **követőjel** alkalmazása (KOLTAI, 2006).

Az előrejelzés és a tényleges áralakulás különbsége az előrejelzési hiba. Az előrejelzési hiba önmagában nem jelenti azt, hogy a modell nem megfelelő, hiszen a folyamatok véletlen jellege miatt mindig lesz hiba. Szükségünk van egy olyan eszközre, amely időben jelzi, hogy az előrejelzési hiba nem a véletlennek, hanem a nem megfelelően alkalmazott előrejelzési modellnek köszönhető. Az előrejelzési modellel kapcsolatos problémák kezelése az előrejelzési hibák összegének vizsgálatára épül. A t-edik időszak végéig elkövetett hibák összege az előrejelzési hiba futó összege, amely a következő módon számítható (KOLTAI, 2006):

$$EHF\ddot{O}_t = \sum_{i=1}^t (y'_i - y_i) \quad (1.25)$$

ahol

$y'_i$  : előrejelzés az i-dik időszakra

$y_i$  : az i-edik időszak tényleges értéke

Fentiek alapján egyértelmű, hogy az előrejelzési hiba futó összegének várható értéke nulla. Ha ez nem így van, szisztematikus hibát követünk el. Ez nem jelenti azt, hogy bármely időpontban zérónak kell lenni a futó hiba összegnek, de ha a statisztikai modell megfelelő, akkor kicsi annak a valószínűsége, hogy gyakran kapunk nullától nagyon eltérő értékeket. Az előrejelzési modell értékelésekor azt vizsgáljuk, hogy az előrejelzési hiba futó összege a várható értéktől – esetünkben ez zero – hány szórásnyi távolságra esik, és ezt korlátozzuk:

$$\left| \frac{EHF\ddot{O}_t}{\sigma_{EHF\ddot{O}_t}} \right| \leq C_1 \quad (1.26)$$

Normáleloszlásnál – melynek feltételezése az előrejelzési hiba futóösszegére elfogadható – a várható értéktől három szórásnyira ( $C_1=3$ ) eső értékek előfordulási valószínűsége 0.13 (KOLTAI, 2006). Ha tehát ennél gyakrabban kapunk három szórásnyi távolságon kívülre eső értéket, felül kell vizsgálnunk az előrejelzésre használt modellt. A  $C_1$  paraméter értékének változtatásával szabhatunk szigorúbb, vagy lazább felülvizsgálati feltételeket. A nevezőben szerepel az előrejelzési hiba futóösszegének szórása, amit nem ismerünk, de megbecsülhetjük.

Bizonyítható, hogy normáleloszlásnál  $\sigma_{EHF\ddot{O}_t}$  az  $EHF\ddot{O}_t$  függvénye. A függvény formája függ az alkalmazott előrejelzési modelltől, de jó közelítéssel használhatjuk az előrejelzés ellenőrzésére a következő összefüggést:

$$KJ_t = \frac{EHF\ddot{O}_t}{\acute{A}AH_t} \quad (1.27)$$

ahol

a  $KJ_t$  a követőjel

az  $\acute{A}AH_t$  az átlagos abszolút hiba, melynek számítása:

$$\acute{A}AH_t = \frac{1}{T} \cdot \sum_{i=t-T}^t |y_i' - y_i| \quad (1.28)$$

Az átlagos abszolút hiba  $t$  indexe azt jelenti, hogy minden időszakban aktualizálni kell annak az értékét. A követőjel értékének szigorúbb ellenőrzés esetén  $\leq 4$ , míg lazább esetén  $\leq 6$  értéket választhatunk. Az előrejelzési modell vizsgálata a követőjel-diagramm segítségével történik, amely az idő függvényében ábrázolja a követőjel alakulását, valamint a kontrollhatárokat. A kontrollhatárokon kívül eső pontok, valamint a követőjel alakulása figyelmeztetnek arra, hogy az alkalmazott előrejelzési modellt felül kell vizsgálni.

Gyakran, mielőtt a követőjel elérné a kontrollhatárokat, már sejteni lehet, hogy az előrejelzési modell nem megfelelő. A követőjel-diagramm következő jellegzetes típusait különböztetjük meg:

- A követőjel értéke a kontrollhatárok között a zero érték körül véletlenszerűen változik. Ilyenkor az előrejelzési modell statisztikai szempontból megfelelően jelzi az árak alakulását.
- A követőjel értéke szisztematikusan lefelé halad. Ilyenkor a kapott előrejelzések rendszeresen alábecsülik az árakat. Valószínűleg figyelmen kívül hagytuk vagy szisztematikusan alábecsültük a trendet, például additív trendet alkalmaztunk multiplikatív trend helyett.
- A követőjel értéke szisztematikusan felfelé halad. Ilyenkor a kapott előrejelzések túlbecsülik az árakat. Valószínűleg túlbecsültük a növekedést, esetleg nem is növekedő jellegű az igény, hanem állandó jellegű, vagy csökkenő.
- A követőjel egyértelműen azonosítható módon, tehát nem véletlenszerűen változik, ilyenkor figyelmen kívül hagytuk a szezonalitást vagy esetleg nem létező szezonalitást építettünk az előrejelzésbe (KOLTAI, 2006).

#### **1.4. KOCKÁZAT A MEZŐGAZDASÁGBAN**

A vállalkozások egyik fontos célja az elérhető profit maximalizálása. A mezőgazdaságban ezt olyan körülmények között kell elérni, hogy a termelési szerkezet tervezésekor a döntéshozónak nincs pontos információja sem a megtermelt és értékesítendő végtermék mennyiségéről, sem az áráról (BALOGH, 2008b), sőt az input anyagok költsége sem számítható ki előre. A bizonytalanságnak számos oka lehet, így fontos befolyásoló tényezők az éghajlat, az időjárás változékonysága, a termelési eredményt csökkentő kórokozók, kártevők, a gazdasági környezet megváltozása, de a humán tényezők módosulása is negatívan, illetve pozitívan alakíthatja az eredményességet (LANGEVELD *et al.*, 2003).

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).

ANDERSON – DILLON (1992) akik a száraz égvő farmok kockázatelemzésével foglalkoznak, a kockázat forrásaként a klímát, a gazdasági környezetet és a szociális-gazdasági környezet változásait említi meg. NEMESSÁLYI (1992) szerkesztésében jelent meg Castle (1987) magyarra fordított Farmgazdálkodás című könyve, mely a kockázati források között a termelési, a piaci, a pénzügyi, az elavulási, a véletlen veszteségekből fakadó, és az emberi tényezőket jelöli meg. KAY – EDWARDS (1994) a mezőgazdasági kockázatot a termelés, a marketing és a pénzügy oldaláról közelítik meg. A termelési kockázat szerintük abból adódik, hogy a növénytermesztés és az állattenyésztés is biológiai folyamatok függvénye, melyeket olyan véletlen tényezők befolyásolnak, melyek hatását nem határozhatjuk meg előre. A marketing kockázatot elsősorban a végtermék árak, másodsorban az input árak hordozzák magukban. A pénzügyi kockázatot a kamatlábak változása, illetve a pénzügyi politika helyzete okozza. MADAI – NÁBRÁDI (2005) a kockázati forrásokat alapvetően két csoportba, a működési és pénzügyi kockázati források szerint rendezte, amelyeken belül további alkategóriákat nevezett meg.

Több szerző a farmkockázat vizsgálatokor a jövedelem relatív szórását több kockázati tényezővel, többek között a változó költségekkel, a farmnagysággal, a farm területi elhelyezkedésével, a farmer korával, végzettségével, kapcsolataival, a nem mezőgazdaságból származó jövedelemmel összefüggésben vizsgálja (HAZELL – HOJJATI, 1995; MISHRA – EL-OSTA, 2001; MISHRA – MOREHART, 2001; DODSON – KOENIG, 2003).

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 tekinthetőek. Eredetük szerint az alábbi kockázati csoportokat különbözteti meg:

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

Ha az időt tekintjük, mint kockázati forrást, akkor hosszú és rövidtávú kockázatról beszélhetünk, illetve ennek alapján elkülöníthető egymástól a fejlesztési és működési kockázat.

Az instabilitás és a kockázat problémája a mezőgazdaságban *SCHULTZ (1945)* és *JOHNSON (1947)* munkái nyomán az agrárpolitika központi kérdésévé 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*).

*AUMELL et al., (2004)* a CFBMC (Canadian Farm Business Management Council) megbízásából egy összefoglaló kiadványt készítettek a kanadai farmerek részére, melyben kockázati forrásonként csoportosítva mutatják be az adott kockázat jellegét és ennek kezelési módjait. A CFBMC által megjelölt kockázati források: a termelési kockázat, a marketing vagy ár kockázat, a jogi kockázat, a humán erőforrás kockázat, a környezeti kockázat, és a pénzügyi kockázat.

A kockázat menedzselésére egyaránt szükség van a termelés, a piac és a kormányzat részéről is. Ez fogalmazódik meg az Európai Unió szabályozásában, illetve szabályozás tervezetében is. Az *EURÓPAI GAZDASÁGI ÉS SZOCIÁLIS BIZOTTSÁG* 2005. október 26-án elfogadta a következő kérdésben megfogalmazott véleményt: NAT/279 „Kockázat- és válságkezelés a mezőgazdaságban”. A vélemény az alábbi megállapításokat teszi: A 2003. júniusi reform a mezőgazdasági árak volatilitásának erős növekedéséhez vezet, mely hozzáadódva az inputanyagok árának meglévő volatilitásához megnöveli a mezőgazdasági vállalkozások számára veszélyes gazdasági válságok kialakulásának valószínűségét. Ráadásul számos tudományos szakember szerint az éghajlati kockázatok is egyre jelentősebbek. Válság esetén mindig a gazdálkodók válnak a lánc leggyengébb láncszemévé. Ezért – ha ellen kívánnak állni a válságnak és a kockázatoknak – hatékony eszközökre van szükségük.

Ugyanakkor azt is megjegyzi, hogy a mezőgazdasági termékek kereskedelmének liberalizálására vonatkozó 2004. augusztusi WTO-keretmegállapodás pozitív hatásai

mellett nyitottabbá válik az EU piaca, és a termelők fokozottan ki vannak téve a válságok kockázatának.

A fenti közlemény számos uniós munkához kapcsolódik, úgymint az Európai Bizottság jelentése a kockázatok kezeléséről (2001. január), a spanyol Memorandum és a madridi nemzetközi konferencia a mezőgazdasági biztosításokról és a jövedelemgaranciákról (2002 eleje), a görög Memorandum és a thesszaloníki szeminárium a természeti katasztrófákról (2003), konferencia az állatbetegségek elleni küzdelem anyagi és nem anyagi költségeiről (2004 december).

A közleményben leszögezik, hogy a KAP korábban védelmet nyújtott a piac- és ártámogatási politikák révén. A reform után azonban a termelők egy sor kockázattal közvetlenül szembesülnek. Az EB által megjelölt mezőgazdaságban fennálló kockázatok listája a következő:

- tőkekockázat (épületek stb.),
- pénzügyi kockázat,
- felelősségi kockázat (biotechnológia stb.),
- termelési kockázat (éghajlati stb.),
- az árakat érintő kockázatok.

## **2. ANYAG ÉS MÓDSZER**

A kockázat fogalmának meghatározásakor találkozhatunk olyan megközelítéssel, ami a bekövetkező veszteséget tekinti kockázatnak, és olyan megfogalmazással is, amely a tervezett értékhez képest – bármilyen irányban – bekövetkező ingadozást definiálja kockázatként. Véleményem szerint az elvégzett elemzések célja, illetve a vizsgált kockázati források adhatnak választ arra, hogy melyik értelmezést, és ehhez kapcsolódó módszert használjuk. Dolgozatom egyik célkitűzése a szántóföldi kultúrák termelési kockázatának elemzése. A termelési kockázat mérésére az 1.2 alfejezetben felsorolt módszerek közül a bekövetkezés valószínűsége, a szórás és variancia, és a relatív szórás alkalmazható leginkább. Természetesen a szemi-szórással is számolhatunk, itt azonban már csak a negatív irányú eltéréseket vesszük figyelembe, azaz az átlaghoz képest számított veszteségeket. A kérdés az, hogy melyik megoldás a jobb. Tudjuk, hogy a rossz évjáratok gyenge termése jelentős kockázati tényező a növénytermesztésben, amit a magasabb árak sem képesek kompenzálni. De kockázatos lehet egy jó évjáratban elért extrém termés is, mert ilyenkor jelentősen megnő az értékesítési és árakockázat. Tehát a termelési kockázat mérésénél a teljes ingadozást bemutató módszerek a célravezetőbbek. Azonban ha árnyaltabban is szeretnénk elemezni, akkor a szemi-szórás számítása is szóba jöhet, mert ennek a magasabb értékei arra utalnak, hogy viszonylag sok az extrémén gyenge termésű év.

A kockázatprogramozási modellekben a kockázatot mérhetjük varianciával – a kvadratikus modellben –, vagy átlagtól vett negatív irányú eltérésekkel – a MOTAD modellben.

### **2.1. A KUTATÁS SORÁN HASZNÁLT ADATBÁZISOK, ADATGYŰJTÉSEK**

A bevezetőben megfogalmazott célok eléréséhez széleskörű adatgyűjtésre volt szükség.

- Az Európai Unió országok termelési kockázat számításához az EUROSTAT 1990-2006 közötti adatait használtam fel. Az Észak-alföldi Régióban elvégzett termelési kockázatelemzéshez az Agrárgazdasági Kutató Intézet bocsátotta rendelkezésemre a Tesztüzemi Rendszer 2001-2005 közötti gazdaságsoros adatait.

- A lineáris és kockázatprogramozási modellekhez szükséges ágazati technológiák alapadatai saját adatgyűjtésből származnak, 2003-tól 15 észak-alföldi mezőgazdasági vállalkozástól folyamatosan gyűjtöm a növénytermesztési ágazatokkal összefüggő információkat. Ezek közül négy Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében, nyolc Hajdú-Biharban, három Jász-Nagykun-Szolnok megyében található. Az adatgyűjtés mindig személyesen történt, és a látogatások mindig határszemplével fejeződtek be. Az ágazati gépüzemeltetési költségek számításánál a saját adatgyűjtés mellett az FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet összesítő adatbázisát (GOCKLER, 2007a,b) is használtam.
- A búza árelemzésekhez a Budapesti Értéktőzsde 1999-2006 közötti historikus adatbázisát és a KSH 2001-2007 közötti havi felvásárlási adatokat tartalmazó adatait használtam fel.

## 2.2. A TERMELÉSI KOCKÁZAT SZÁMÍTÁSA

Az **Észak-alföldi Régióban** termőhelyi adottságokként vizsgáltam a termelési kockázatot. A termőhelyi adottságok szerinti csoportosítást az aranykorona érték segítségével végeztem. A csoportok képzésénél a képzett csoportok közötti szignifikáns eltérést **kétmintás t-próba**, illetve **varianciaanalízis** segítségével ellenőriztem. A kockázatelemzéskor a termésátlagok ingadozását két szemszögből közelítettem meg: az egyik szerint elemeztem az egyes növények átlagterméseinek **szórását és relatív szórását évenként (keresztmetszeti elemzés)**, a másik szerint a **reziduális szórást**, illetve annak relatív értékét.

Elemzésem során a vizsgált növényeknél jelentős trendhatást nem figyeltem meg, azonban a pontosság miatt a kockázati értékek számításánál ezt is figyelembe vettem.

A reziduális szórás azt mutatja meg számunkra, hogy az illesztett becslőfüggvénnyel számított értékek ( $y'_i$ ), és a mintabeli tapasztalati értékek ( $y_i$ ) mennyire közelítették meg egymást:

$$\sigma_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - y'_i)^2}{n - 2}} \quad (2.1)$$

A kockázatelemzésben a nagyobb reziduális szórás érték nagyobb kockázatot jelent. Az előzőekhez hasonlóan itt is meg kell teremteni az ágazatok közötti összehasonlíthatóságot, ezért a kockázati érték a reziduális szórás relatív nagysága lesz:

$$V\sigma_e = \frac{\sigma_e}{y} \text{ amelyet \% -ban fejezünk ki.} \quad (2.2)$$

Korábban az 1.2 alfejezetben már említettem, hogy a kockázat értelmezésekor csak a veszteséget tekintjük kockázatnak. Esetemben ez azt jelenti, hogy az elemzés során csak az átlagtól vett negatív eltéréseket, illetve a negatív rezidumokat veszem figyelembe, azaz szemi szórást, szemi reziduális szórást számolok:

$$\begin{aligned} \text{eltérések számítása szemi-szórásnál:} \quad y_i - \bar{y} &= \begin{cases} y_i - \bar{y} & \text{ha } y_i - \bar{y} \leq 0 \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases} \\ \text{eltérések számítása szemi reziduális szórásnál:} \quad y_i - y'_i &= \begin{cases} y_i - y'_i & \text{ha } y_i - y'_i \leq 0 \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases} \end{aligned} \quad (2.3)$$

## **2.3. LINEÁRIS ÉS KVADRATIKUS MODELLEK ALKALMAZÁSA TERVEZÉSBEN**

### **2.3.1. A modellekhez szükséges adatok előkészítése**

A növénytermesztési döntéstámogatás gondolata és kutatása, valamint alkalmazása nagy múltra tekint vissza (TÓTH, 1981; ERTSEY, 1986). Különösen a számítástechnika fejlődése gyakorolt nagy hatást az operációkutatási módszerekkel támogatott döntés előkészítésre. A lineáris programozás széleskörű mezőgazdasági alkalmazásának a kezdeti időszakban leginkább a számítógépek kapacitása, illetve a módszer ismeretének hiánya szabott korlátokat. Az 1968-as gazdasági reformot követő vállalati önállóság, és az operációkutatási módszerek oktatásának bevezetése az agrár-felsőoktatásban új távlatokat nyitott a módszerek gyakorlati alkalmazása előtt. Az 1970-1980-as években a Tóth József által vezetett debreceni operációkutatási iskola komoly eredményeket ért el az LP-re alapozott számítástechnikával támogatott tervezési eljárások kidolgozásában és gyakorlati alkalmazásában. A '90-es évek elejétől tapasztalható robbanásszerű számítástechnikai és informatikai fejlődés a döntéstámogatás előtt is új lehetőségeket nyit meg.

Melyek ezek a lehetőségek?

- Az adatfeldolgozás sebessége rendkívüli módon megnőtt,
- A számítógépekhez való hozzájutás mindenki számára elérhető,
- Az információtechnológiai fejlődés eredményeként nagy mennyiségű információ érhető el,
- Az intelligens IT eljárásoknak köszönhetően lehetővé vált az informatikai alkalmazások otthoni elérése.

A magyar mezőgazdaság a rendszerváltást követően azonban nem volt képes kihasználni ezeket a lehetőségeket. A privatizáció időszakában és utána is a szétdarabolódott gazdaságok nem voltak felkészülve ezekre a kihívásokra, sőt még a táblatörzskönyvek vezetése sem történt meg a legtöbb esetben. A rendszerváltás utáni törvényi szabályozásban ugyan szerepelt a táblatörzskönyv vezetésének a kötelezettsége, azonban a mezőgazdasági támogatási rendszer ezt nem követelte meg, így a nyilvántartások meglehetősen hiányosak maradtak. A földtörvény 68.§ első bekezdése szerint: „A földhasználó tartozik megőrizni minden, a talaj védelmével kapcsolatos beavatkozás és tevékenység dokumentációját, továbbá köteles külön jogszabály szerint táblatörzskönyvet vezetni.”

Lényegesebb előrelépés ezen a területen csak közvetlenül az EU csatlakozás előtt történt, a csatlakozás felgyorsította ezt a folyamatot. Az egyre inkább előtérbe kerülő, alapvető piaci tényezőként megjelenő minőségbiztosítási követelmények és maga az uniós csatlakozás a növénytermesztő gazdaságok számára is szükségessé tette a használatukban lévő területeken elvégzett munka és felhasznált anyagok időbeli és táblánkénti nyilvántartását, a táblatörzskönyv vezetését. A 4/2004.(I. 13.) FVM rendelet (módosítva: 156/2004. (X. 27.) FVM rendelettel, illetve 16/2005. (III. 8.) FVM rendelettel), amely „az egyszerűsített területalapú támogatások és a vidékfejlesztési támogatások igényléséhez teljesítendő "Helyes Mezőgazdasági és Környezeti Állapot", illetve a "Helyes Gazdálkodási Gyakorlat" feltételrendszerének meghatározásáról” szól, kimondja, hogy „A mezőgazdasági termelő a helyes gazdálkodási gyakorlatra vonatkozó előírások teljesítésének ellenőrzése érdekében a mezőgazdasági parcellán végzett tevékenységekről a rendelet 5. számú melléklete szerint gazdálkodási naplót köteles vezetni..”. A gazdálkodási napló tartalma nagymértékben megegyezik a táblatörzskönyv adatbázisával, elsősorban formátumbeli eltérések vannak, és a nemzeti

és uniós jogszabályokban előírt minimális gazdálkodási és környezetvédelmi követelmények betartásának ellenőrzése a célja.

A papíralapú nyilvántartást ma már egyre gyakrabban váltja fel az elektronikus táblatörzskönyv. Erre a célra ma már egyre több program lát napvilágot, ezek lehetnek úgynevezett **Farmerszoftverek**, amelyek a számítógépes analitikától függetlenül működnek, és lehetnek a vállalati rendszerbe **integráltan** beépülők is.

A táblatörzskönyv nagyon fontos, azonban a tervezési oldal még mindig meglehetősen hiányosnak mondható. A leggyakoribb még ma is a hagyományos tervezés, ami kielégítő tervezést jelent, azonban gazdasági versenyben fokozódó lemaradást determinál. A mai új kihívásokkal jelentkező mezőgazdaságban (környezet- és természetvédelmi szempontok, biomassa energia, fenntartható fejlődés stb.) csak a környezethez adaptívan alkalmazkodó termelők maradhatnak versenyben. Ennek feltétele viszont az adaptív és optimalizáló tervezés együttes megvalósítása.

### ***A döntéselőkészítés folyamata***

Egy olyan modell összeállításához, amely rendszerszemléletű elemzések révén képes gazdasági döntések megalapozására, a gazdálkodás folyamatát rendszerezni kell. A gazdálkodási tevékenységet – több lépésben – ágazati rendszerekből kell felépíteni, olyan alrendszerekből, melyek könnyen átláthatók, és így a gazdasági szempontok szerint történő menedzselésük is egyszerűbb. Ezek a növénytermesztési ágazati technológiák. Az ágazati tervezési folyamat alapját az adatbázisok képezik, amelyeket **adattörzseknek** nevezünk.

A két legfontosabb kritérium az adattörzsek megválasztásánál, hogy egyrészt meghatározó szereppel bírjanak a technológiai műveleti sor kialakításában, és hogy olyan tulajdonságokkal ruházzuk fel őket, amelyek biztosítják a közöttük fennálló kapcsolatok létrehozását a komplett rendszer működéséhez.

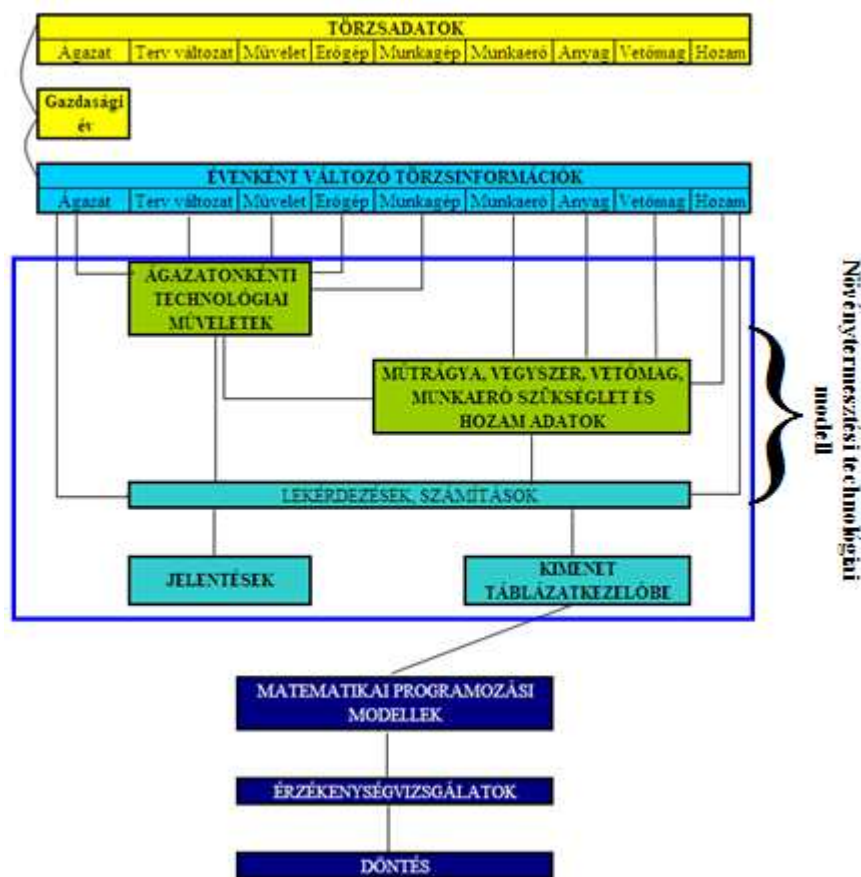
Az előbbi kritériumok tükrében alakítottam ki az év, tervváltozat, az erőgép, a munkagép, a munkaerő, a munkaműveletek, a növények, a vetőmag, az anyag és a hozam törzseket. A felsorolt törzsek közötti szakmai kapcsolatok és összefüggések segítségével készítettem el az ágazati növénytermesztési technológiai modellt. A modell létrehozásához az Microsoft Access adatbázis-kezelő programot használtam. Ennek okai:

a Microsoft Office programcsomag része, így könnyen kapcsolható az Excel táblázatkezelőhöz, és viszonylag egyszerűen kezelhető vele nagyméretű adatbázis is.

Az 2-1. ábra mutatja a kutatás során kifejlesztett modell sematikus működési vázlatát. Ennek alapján az első lépcsőben a már korábban említett törzsadattárak létrehozása történik meg. A tervezés időhorizontja egy gazdasági év, azonban lehetőséget kell biztosítani a rendszer hosszú távú alkalmazásakor az idősoros elemzések előnyeinek a kiaknázására is, ezért az évente változó törzsinformációkat egy másik szinten rögzíthetjük. Ilyen évente változó információk: új ágazatok felvétele, műveleti költség változása, új erőgépek, új munkagépek vásárlása, vagy a régiek selejtezése, a munkaerő, az anyag, a vetőmag költségek változása, hozam árának változása stb.

A következő lépés az ágazatonkénti technológiai műveletek rögzítése, ahol az ágazati, terv, műveleti, erőgép és munkagép információk mellett meg kell adnunk a következő információkat:

- A munka legkorábbi kezdési időpontját és legkésőbbi befejezési időpontját a biológiai és gazdasági igényeket figyelembe véve.
- A meghatározott munkagépkapcsolattal az adott körülmények között elérhető – egységre (ha, to, m<sup>3</sup>) vetített – fajlagos teljesítményt.
- Itt kell megjelölnünk az adott technológiai művelethez kapcsolódó esetleges élőmunka, vetőmag, növényvédőszer, műtrágya igényt, vagy keletkező hozamot.



**2-1. ábra A technológiai tervező-elemző rendszer működési vázlatja**

Forrás: Saját modell

Az Accesben lekérdezések segítségével csoportosíthatjuk az adatainkat, amelyeket két úton elemzünk tovább. Egyrészt jelentéseket és keresztátlás űrlapokat készíthetünk az Acces-en belül, ahol a naturális, a költség, bevétel és jövedelem adatok táblázatos formában és grafikusán is megjeleníthetők, másrészt a további elemzésekhez táblázatkezelőbe (esetünkben ez a MS Excel) készített kimeneteket képezhetünk, ahol azokat tovább vizsgáljuk.

### **2.3.2. A növénytermelés szerkezetét optimalizáló LP modell**

Az előző fejezetben vázolt rendszer segítségével feldolgoztam a mezőgazdasági vállalkozásoktól begyűjtött technológiai és gazdasági adatokat. Az ágazati technológiák felhasználásával 100 hektáros mintatechnológiákat készítettem, amelyekből MS Excel táblázatkezelő segítségével építettem fel a lineáris programozási modellt. A feltételek jobboldalának (kapacitásvektor) megadásakor az egyik – a kutatásban résztvevő – Hajdúsági Lőszháton működő gazdaság erőforrásait vettem alapul. Az ágazati fedezeti

hozzájárulások számításakor egyrészt az előbb említett gazdaságból kapott információkra, másrészt a művelési költségek számításakor az FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet adataira támaszkodtam.

### **A lineáris programozási modell felépítése:**

#### **Változók:**

$x_j$ : A j-edik növény tervezett vetésterülete

$\beta_i$ : Az i-edik időszakban tervezett időszakos munkaerő mennyisége műszakórában

$\delta_b^h$ : A h-adik géptípusból vásárolni kívánt darab beruházás esetén

$\delta_i^h$ : A bérelt műszakórák száma az i-edik időszakban bér munka igénybevételekor

$H_i$ : Az i-edik időszakban felvett hitel mennyisége

#### **Mérlegfeltételek:**

##### **– Területre vonatkozó mérlegfeltételek:**

$$\sum_{j=1}^n f_j x_j = F \quad (2.4)$$

A reláció teljes művelési kötelezettség kikötése esetén egyenlőség, egyéb esetben felső korlátot határozzunk meg. A vetésváltási feltételeket megadhatjuk extern,

$$f_j x_j + f_{j+1} x_{j+1} + \dots + f_n x_n = \gamma F \quad (2.5)$$

vagy intern formában:

$$\gamma f_j x_j - f_k x_k = 0 \quad (2.6)$$

ahol

$f_j$ : A j-edik növény fajlagos területigénye

$F$ : Rendelkezésre álló szántóterület

$\gamma$ : Arányszám

– **Gépi mérlegfeltételek**

A gépi mérlegfeltételeket időszakonként, géptípusonként és gépkategóriánként építjük a modellbe. Ezt általában havonkénti vagy dekádonkénti – a modellben dekádonkénti részletezésben adtam meg – felosztásban készítjük el.

$$\sum_{j=1}^n g_{ij}^h x_j \leq d_i^h \quad (2.7)$$

ahol

$g_{ij}^h$ : A j-edik növény műveléséhez szükséges fajlagos műszakóra szükséglet a h-adik erőgépből az i-edik időszakban

$d_i^h$ : Az i-edik időszakban rendelkezésre álló kapacitás a h-adik géptípusból

Abban az esetben, ha gépberuházást vagy gépi bér munkát is tervezünk, gépberuházási/bérleti változót is építünk a modellbe, és a vetésszerkezettel együtt végezzük el az optimalizálást.

$$\sum_{j=1}^n g_{ij}^h x_j - d_i^h \delta_b^h \leq d_i^h \quad (2.8) \text{ beruházás esetén}$$

$$\sum_{j=1}^n g_{ij}^h x_j - \delta_i^h \leq d_i^h \quad (2.9) \text{ bér munka esetén}$$

ahol

$d_i^h$ : A beruházni kívánt h-adik géptípus fajlagos műszakóra teljesítménye az i-edik időszakban beruházás esetén

$\delta_b^h$ : A beruházni kívánt h-adik géptípus darabszáma

$\delta_i^h$ : A h-adik géptípusból bérelni kívánt műszakórák száma

– **Munkaerőre vonatkozó mérlegfeltételek**

A tervezés esetében a rendelkezésre álló munkaerő létszámából le kell vonni a vezetésben és az adminisztrációban dolgozók létszámát. Így kapjuk meg az, hogy hány munkás vonható be a tervezett munkába. A munkaerőmérleget dekádonkénti bontásban építettük be a modellbe.

$$\sum_{j=1}^n m_{ij} x_j = M_i \quad (2.9)$$

Ha a munkaerőt nem rögzített kapacitásként, hanem rugalmas korlátként kezeljük, akkor a munkaerőre változókat építünk a modellbe, és a munkaerő létszámot együttesen optimalizáljuk a termelési szerkezettel.

$$\sum_{j=1}^n m_{ij} x_j - \beta_i \leq 0 \quad (2.10)$$

ahol

$m_{ij}$ : a j-dik növénytermesztési ágazat fajlagos munkaerőigénye (műszakóra/100 ha) az i-edik időszakban

– ***Forgóeszköz szükségletre vonatkozó mérlegfeltételek***

$$\sum_{j=1}^n e_{ij} x_j \leq E_i \quad (2.11)$$

Hitelfelvétel esetén:

$$\sum_{j=1}^n e_{ij} x_j - H_i \leq E_i \quad (2.12)$$

ahol

$e_{ij}$ : az j-edik ágazat forgóeszközigénye az i-edik időszakban

$E_i$ : Rendelkezésre álló forgóeszköz az i-edik időszakban

– ***Célfüggvény***

A célfüggvényben fogalmazzunk meg, hogy a sokféle tervváltozat közül, hogyan, milyen céllal vagy célokkal válasszunk ki egyet vagy többet, amelyet optimálisnak tekinthetünk. A célfüggvénynek tehát kitüntetett szerepe van a modellben, ezért ezt is nagyon nagy odafigyeléssel kell meghatározni.

$$\sum_{j=1}^n (T_j - C_j^{\text{változó}})x_j - C_g^h \delta_b^h - C_i^h \delta_i^h - d_i H_i \Rightarrow \max FH! \quad (2.13)$$

ahol

$T_j - C_j^{\text{változó}}$ : A j-edik ágazat fajlagos fedezeti hozzájárulása

$C_g^h$ : A h-adik beruházott géptípus éves állandó költsége vagy bér munka esetén a technológiában figyelembe vett fajlagos munkabéreköltség és a tényleges várható fajlagos költség különbözete

$C_i^h$ : A h-adik géptípus többletköltsége az i-edik időszakban

$d_i$ : Hitelkamat rátája

### 2.3.3. MOTAD modell

A MOTAD modell felépítését az előző fejezetben részletesen leírt termelési szerkezetet optimalizáló modell kiegészítésével végeztem el. A következőkben az ismétléseket elkerülendő, csak a módosulásokat jelölöm. Az LP modellhez képest az alábbi változások jelentkeztek:

Az LP modell célfüggvénye mérlegfeltételként került a modellbe:

$$\sum_{j=1}^n (T_j - C_j^{\text{változó}})x_j - C_g^h \delta_b^h - C_i^h \delta_i^h - d_i H_i = \lambda \quad (2.14)$$

ahol

$\lambda$ : Paraméterként megadott jövedelemérték

Az egyes években ágazatonként számolt fedezeti hozzájárulás eltérésekre vonatkozó mérlegfeltételek:

$$\sum_{j=1}^n (FH_{hj} - \overline{FH}_j)x_j + y_{h-} \geq 0 \quad (h=1, \dots, s) \quad (2.15)$$

ahol

$FH_{hj}$ : A j-edik ágazat h-adik évi inflációkorrigált fedezeti hozzájárulás

$\overline{FH}_j$ : A j-edik ágazat vizsgált évek alapján számított átlagos fedezeti hozzájárulása

$y_{h-}$ : Eltérésváltozó

A vizsgált gazdaság által megadott fedezeti hozzájárulásokat a fogyasztói árindexek felhasználásával korrigáltuk a tervezési időszak szintjére. A vizsgált időszak 2001-2006 között volt, ami viszonylag rövidnek tekinthető, ezért emiatt, illetve az előzetes statisztikai elemzésekre támaszkodva trendhatást nem vettem figyelembe.

$$M' = \sum_{h=1}^s y_{h-} \Rightarrow MIN! \quad (2.16)$$

ahol

$y_{h-}$  : a h-adik évben észlelt negatív irányú jövedelem eltérés

$M'$  : az átlagtól vett negatív irányú eltérések összege

A modell felépítéséhez és megoldásához az Excel táblázatkezelőt és a Solver bővítményt használtam.

#### 2.3.4. Kvadratikus programozási (portfólió) modell

A kvadratikus programozási modellnél a lineáris programozási modellt vettem alapul az eredmények összehasonlíthatósága érdekében. Itt is csak a változásokat tüntetem fel.

Az LP modell célfüggvénye itt is korlátozó feltételként került be a modellbe, ennek tartalma és értelmezése megegyezik a MOTAD modellnél már leírtakkal.

A modell célfüggvényében a jövedelemvarianciákat minimalizáljuk:

$$V = x^T C x \quad (2.17)$$

ahol

$x$  : Termelési szerkezet

$C$  : A kovariancia mátrix

A C kovariancia mátrix meghatározásakor az Excel *KOVAR()* függvényét használtuk, az alapadatokat a MOTAD modellnél már említett inflációkorrigált 2001-2006 közötti ágazonkénti fedezeti hozzájárulások adták.

A modell megoldását ebben az esetben is Excellel végeztem, kihasználva azt a lehetőséget, hogy a Solver bővítménnyel nemlineáris problémák is kezelhetők.

### **3. NÉHÁNY SZÁNTÓFÖLDI KULTÚRA TERMELÉSI KOCKÁZATÁNAK ELEMZÉSE**

A növénytermesztés termelési kockázatát tekintve a mezőgazdaságon belül is kiemelt helyet foglal el. A termésátlagok alakulását és ingadozását sok tényező befolyásolja: természeti adottságok – éghajlati, klimatikus viszonyok, talajadottságok, domborzat –, a megfelelő fajtaválasztás, gazdasági adottságok – input színvonala, gépesítettség –, humán erőforrások stb. Magyarország kiváló termőhelyi adottságokkal rendelkezik, ezért fontosnak tartom a termelési színvonal és a termelési kockázat összehasonlítását a többi európai országgal. A szántóterület azonban nagyon heterogénnek tekinthető (BOCZ, 1996) ezért a termőhelyi adottságokat is figyelembe vevő elemzések is nélkülözhetetlenek a potenciális lehetőségek racionális kihasználásához.

#### ***3.1. NÉHÁNY NÖVÉNYTERMESZTÉSI ÁGAZAT TERMELÉSI KOCKÁZATÁNAK ALAKULÁSA AZ EURÓPAI UNIÓBAN***

Az Európai Unió országai változatos éghajlati zónák alatt helyezkednek el. Trewartha osztályozási rendszere szerint a meleg-mérsékelt éghajlatok közül megtalálható a Földközi tenger medencéjében a mediterrán, vagy száraz nyarú szubtrópusi éghajlat (C/1), a kontinens nyugati felén az enyhe tengerparti éghajlat (C/3), valamint a kontinens belseje felé haladva a hűvös-mérsékelt éghajlatok közül a kontinentális éghajlat hosszabb (D/1) és rövidebb (D/2) meleg évszakkal (BOCZ, 1996). Ez jelentősen befolyásolja az Unió országainak a mezőgazdasági adottságait, az egyes növények termesztetőségét, illetve ennek eredményességét. A globális felmelegedéssel nő a termelés kockázata, nagyobb termésingadozásokra számíthatunk. Mindez az adott ország mezőgazdaságának fejlettségét és a termelés intenzitását is figyelembe véve jelentős termésátlag eltérésekben mutatkozik, és semmiképpen nem hagyhatjuk figyelmen kívül – még a növénynemesítés és biotechnológia kétségtelen eredményei ellenére sem – a termelésből fakadó kockázatokat.

Kimondottan termelési kockázatra irányuló európai összehasonlító kutatásokkal nem találkozhatunk, viszont a „Kockázat-menedzsment módszerek kidolgozása az európai mezőgazdaság számára, és azok gazdasági hatásainak vizsgálata” című EU-6-os kutatási

projekt keretében folytatottak vizsgálatokat öt ország – Hollandia, Lengyelország, Magyarország, Németország és Spanyolország – részvételével. A projektben kérdőíves felméréssel a farmerek kockázatterzékenysége fókuszáltak (SZÉKELY – PÁLINKÁS, 2008).

A kutatásban az EUROSTAT 1990-2006 közötti adatait használtam fel. Az elemzést 7 növényre végeztem el: búzára, kukoricára, árpára, cukorrépára, burgonyára, napraforgóra és repcére. A vizsgálatba bevont országok: Ausztria, Csehország, Dánia, Franciaország, Németország, Görögország, Olaszország, Hollandia, Lengyelország, Románia, Portugália, Spanyolország, Szlovákia, Egyesült Királyság és Magyarország. Az adatbázisba csak a legalább 14 éves adatsorok kerültek. Ezt azért tartottam fontosnak, mert az adatbázis több esetben is hiányos, ami az elemzés megbízhatóságát jelentősen ronthatja.

A kockázat számításakor a várható értéktől vett eltéréseket vettem figyelembe, így az ingadozás vizsgálatokor mindenképpen számolni kellett a trendhatással is *ERTSEY* (1987, 1990). Korábban már említettem, hogy a kockázat értelmezésekor a veszteséget tekintjük kockázatnak, és csak az átlagtól vett negatív eltéréseket, illetve a negatív reziduumokat vesszük figyelembe, azaz szemi szórást, szemi reziduális szórást számolunk.

### **3.1.1. A termelési színvonal alakulása az Európai Unióban 1990-2006 között**

A termésátlagok a különböző európai régiókban markáns eltéréseket mutatnak. Egyértelmű a fejlett nyugat-európai országok fölénye a 2004-ben csatlakozott országokkal szemben. Magyarország a sorrendet tekintve a vizsgált 15 ország esetén a középmezőny alsó részén helyezkedik el, azonban a sorrendnél fontosabb, hogy Németországban, Franciaországban, az Egyesült Királyságban, Dániában, Hollandiában 40-100 % -kal nagyobb termést realizálnak egy hektár területről, mint Magyarországon (3-1. táblázat). A területi összehasonlító viszonyszámokat elemezve a termésátlagok tekintetében több országcsoporthat is kialakítható. Az összehasonlítás bázisát a magyarországi termésátlagok képezik. Az 1. csoportba sorolt országok („Nyugat-Európai csoport”) – Németország, Franciaország, Egyesült Királyság, Dánia, Ausztria, Hollandia – esetén minden ágazatnál legalább 20%-kal magasabbak a termésátlagok a

bázisnál. A 2. csoportba tartozó országoknál („magyar csoport”) – Magyarország, Csehország, Szlovákia, Lengyelország – minimális kivétellel a bázis körül ingadoznak az értékek maximum  $\pm 20\%$ -kal. A 3. csoportot („déli csoport”) Spanyolország, Olaszország és Görögország képezi, ahol néhány növénynél kiugróan magas, másoknál nagyon alacsony értékeket találunk a bázishoz képest. Nem sorolható egyik csoportba sem Románia és Portugália. Portugália lényegesen alacsonyabb termésszinten, de hasonló arányokat mutat, mint Spanyolország, míg Románia az újonnan csatlakozott országok közül a legalacsonyabb termelési színvonallal rendelkezik.

A csoportoknál nyomon követhető az éghajlati övezetesség. Az első csoportba tartozó országok az óceáni és/vagy a nedves kontinentális éghajlati zónába tartoznak, ahol kiváló a csapadékelátottság, és kiegyenlítettebb a hőmérséklet. A második csoport esetén a nedves kontinentális éghajlat mellett fokozottabb mértékben jelenik a száraz kontinentális öv, ami az éves csapadékmennyiség csökkenésével illetve az időjárási szélsőségek – aszály, nagy hőmérsékletingadozás – növekedésével jár. A harmadik csoportba tartozó országok mediterrán éghajlatúak.

**3-1. táblázat A termésátlagok alakulása a vizsgált országokban 1990-2006 között (Magyarország = 100%)**

| Ország             | Árpa   | Burgonya | Búza   | Cukorrépa | Kukorica | Napraforgó | Repce  |
|--------------------|--------|----------|--------|-----------|----------|------------|--------|
| Németország        | 162,3% | 167,2%   | 174,0% | 139,6%    | 148,3%   | 119,7%     | 180,9% |
| Franciaország      | 173,2% | 173,0%   | 167,8% | 184,8%    | 149,8%   | 121,2%     | 176,9% |
| Egyesült Királyság | 160,7% | 184,6%   | 186,1% | 133,0%    | ...      | ...        | 173,4% |
| Dánia              | 145,4% | 173,0%   | 173,7% | 136,4%    | ...      | ...        | 156,9% |
| Ausztria           | 131,2% | 127,1%   | 123,6% | 152,6%    | 163,8%   | 136,7%     | 146,3% |
| Csehország         | 115,9% | 92,7%    | 114,9% | 108,4%    | 101,9%   | 114,4%     | 146,0% |
| Szlovákia          | 100,6% | 66,9%    | 102,8% | 98,0%     | 91,6%    | 100,8%     | 115,4% |
| Magyarország       | 100,0% | 100,0%   | 100,0% | 100,0%    | 100,0%   | 100,0%     | 100,0% |
| Hollandia          | 169,9% | 194,2%   | 202,1% | 154,6%    | 194,1%   | ...        | ...    |
| Spanyolország      | 69,1%  | 114,0%   | 60,3%  | 146,7%    | 155,2%   | 50,4%      | ...    |
| Olaszország        | 105,0% | 105,7%   | 80,7%  | 119,2%    | 162,4%   | 117,0%     | ...    |
| Görögország        | 69,3%  | 103,5%   | 56,6%  | 156,1%    | 170,7%   | 68,8%      | ...    |
| Lengyelország      | 86,2%  | 79,9%    | 86,7%  | 96,9%     | 95,3%    | ...        | ...    |
| Portugália         | 39,5%  | 64,9%    | 36,1%  | ...       | 86,6%    | 26,1%      | ...    |
| Románia            | 74,1%  | 59,7%    | 63,1%  | 55,9%     | 58,1%    | 67,0%      | ...    |

Forrás: Saját számítás EUROSTAT adatok felhasználásával

Ezt követően az 1990-2006 közötti időszak közötti termésátlag változást vizsgáltam. A 3-2. táblázatban foglaltam össze országonként az egyes növényekre végzett analitikus trendszámítás eredményeit. A „Stagnál” érték arra utal, hogy vagy nem bizonyítható a

trendhatás, vagy nagyon alacsony a b paraméter értéke, a „+” növekvő, a „-”, csökkenő trendet jelez.

Az árpa termelési színvonala az elmúlt 16 évben szinte mindegyik országban változatlanul tekinthető, Romániában csökkenő, Nagy-Britanniában növekvő a tendencia. A búzánál is hasonló a helyzet, itt a stagnáló országok mellett Németországban és az Egyesült Királyságban pozitív, Görögországban és Szlovákiában negatív trend figyelhető meg. A cukorrépa és a kukorica esetén csaknem minden országban növekvő termésátlagokkal találkozhatunk. Ha az előzőekben vizsgált ország csoportokat nézzük, azt láthatjuk, hogy a termésátlagok alapján legfejlettebbnek tekintett országokban Hollandia kivételével legalább három növénynél is növekvő a trend, a többi csoport Csehország kivételével inkább stagnálást mutat, Görögországban két növénynél is csökkenő tendencia figyelhető meg.

Magyarországon a cukorrépa és a repce esetén egyértelmű növekedés figyelhető meg, míg a többi ágazat esetén sajnos stagnálás tapasztalható.

**3-2. táblázat A termésátlag változás iránya a vizsgált országokban 1990-2006 között**

|                           | Árpa    | Burgonya | Búza    | Cukorrépa | Kukorica | Napraforgó | Repce   |
|---------------------------|---------|----------|---------|-----------|----------|------------|---------|
| <b>Ausztria</b>           | Stagnál | +        | Stagnál | +         | +        | Stagnál    | Stagnál |
| <b>Csehország</b>         | Stagnál | +        | Stagnál | +         | +        | Stagnál    | Stagnál |
| <b>Dánia</b>              | Stagnál | +        | Stagnál | +         | ...      | ...        | +       |
| <b>Franciaország</b>      | Stagnál | +        | Stagnál | +         | +        | +          | Stagnál |
| <b>Németország</b>        | Stagnál | +        | +       | +         | +        | ...        | +       |
| <b>Görögország</b>        | Stagnál | +        | -       | Stagnál   | -        | Stagnál    | ...     |
| <b>Magyarország</b>       | Stagnál | Stagnál  | Stagnál | +         | Stagnál  | Stagnál    | +       |
| <b>Olaszország</b>        | Stagnál | +        | Stagnál | Stagnál   | Stagnál  | -          | ...     |
| <b>Hollandia</b>          | Stagnál | Stagnál  | Stagnál | Stagnál   | +        | ...        | ...     |
| <b>Lengyelország</b>      | Stagnál | Stagnál  | Stagnál | +         | +        | ...        | ...     |
| <b>Portugália</b>         | Stagnál | Stagnál  | Stagnál | ...       | +        | Stagnál    | ...     |
| <b>Románia</b>            | -       | +        | Stagnál | +         | Stagnál  | Stagnál    | ...     |
| <b>Szlovákia</b>          | Stagnál | Stagnál  | -       | +         | Stagnál  | Stagnál    | Stagnál |
| <b>Spanyolország</b>      | Stagnál | Stagnál  | Stagnál | +         | +        | Stagnál    | Stagnál |
| <b>Egyesült Királyság</b> | +       | Stagnál  | +       | +         | ...      | ...        | Stagnál |

Forrás: Saját számítás EUROSTAT adatok felhasználásával

### 3.1.2. A termelési kockázat elemzése

#### ❖ A kockázat vizsgálata szórás és reziduális szórás segítségével

Mint azt már korábban megjegyeztem, az elemzésben a kockázat jellemzésére vagy a szórás, vagy a reziduális szórás értékeit használom. Azt, hogy melyiket, az attól függ, hogy van-e igazolható trendhatás. A 3-2. táblázatban „Stagnál”-lal jelzett esetekben a szórást, illetve szemi szórást míg a „+” és „-”, –al jelölteknel a reziduális szórást, illetve a szemi reziduális szórást alkalmaztam.

Az 3-1. ábra az elemzésbe bevont növények termésátlagát, szórását, szemi szórását mutatja be. Magyarország a hozamok tekintetében valamennyi növénytermesztési ágazatnál a legkockázatosabb országok közé tartozik. A búza és a cukorrépa termesztésnél mind a szórás, mind a szemi szórás értékek a legmagasabbak közé tartoznak. A repce az egyetlen növény, ahol a középmezőnyben foglalunk helyet. Olaszországban négy növény – búza, árpa, burgonya, repce – termesztése is viszonylag kis kockázattal bír, azonban e növények termelési színvonala jelentősen elmarad a vezető országokétól. A kukorica és napraforgó magas termésátlagai viszonylag magasabb kockázatot is jelentenek. Görögországban a burgonya termesztése a legkockázatosabb, a többi növény esetén alacsony szórásértékekkel találkozhatunk. Nagy-Britannia növénytermesztése kiegyenlítettnek tekinthető mind termelési színvonal, mind kockázat szempontjából. Spanyolországban magasabb kockázattal termelhetők a kalászos gabonafélék, a többi növény esetén azonban vagy átlagos, vagy jó értékek tapasztalhatók. Ausztria a búza- és árpatermesztés rangsorában az országok első felében helyezkedik el, a többi növélynél azonban nem ennyire egyértelmű a helyzet. Különösen a repce és kukoricatermesztés számít kockázatosnak.

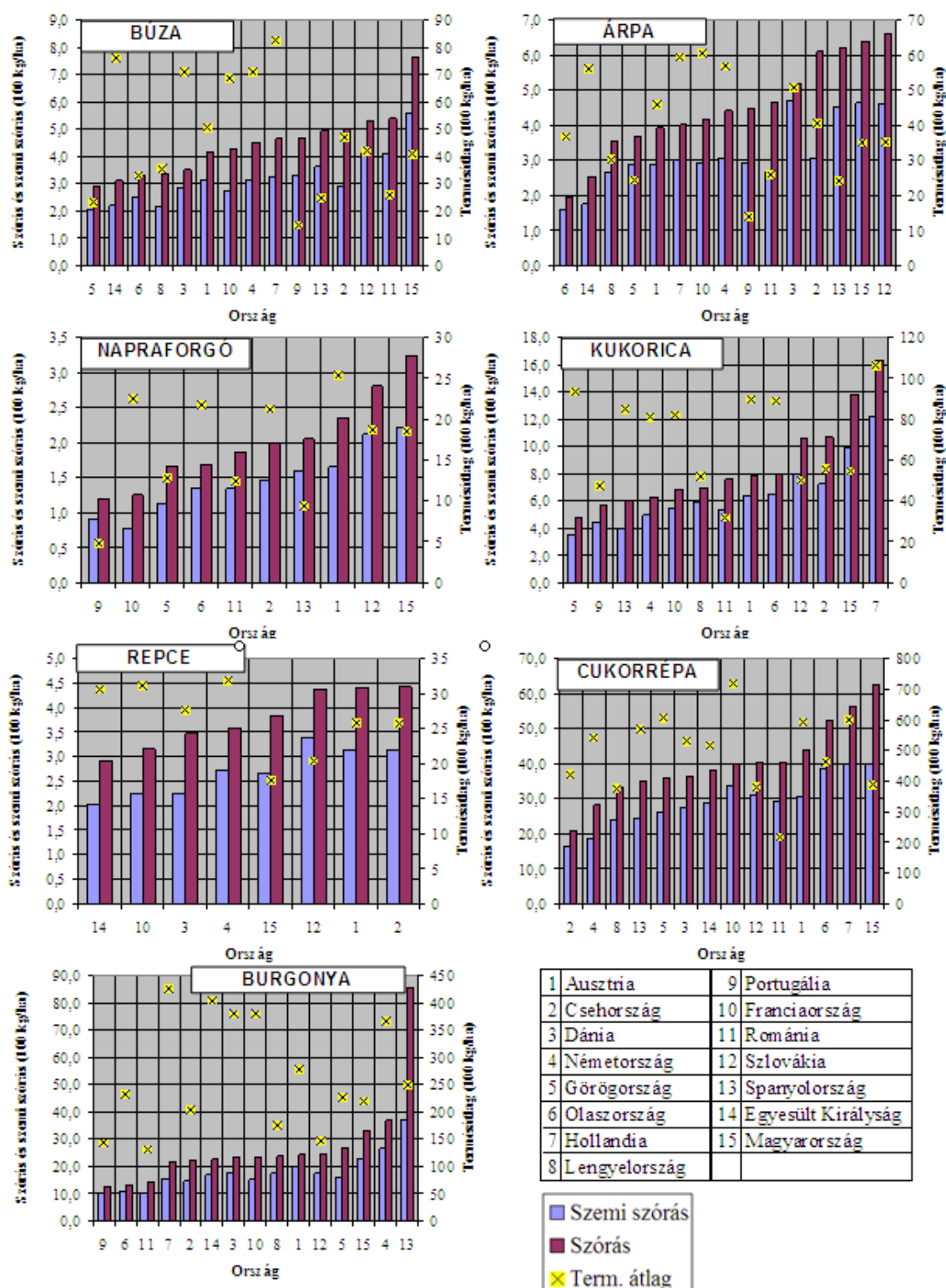
A „nyugat-európai” csoportba sorolt országok közül az Egyesült Királyságról és Ausztriáról már volt szó, a többi országnál azonban szembeűnő, hogy a magas termésátlagokhoz nem társulnak túl magas szórás/reziduális szórás illetve szemi szórás adatok. Kivételt képez ez alól Hollandia kukoricatermesztése, ami a legnagyobb reziduális szórással rendelkezik. Franciaország a magas termésátlagok ellenére az átlagos kockázatú országok közé sorolható, egyetlen érték sem szerepel az átlagnál rosszabb értékek között. Németország kalászos gabonatermesztés szempontjából átlagos értékekkel rendelkezik, a burgonya és napraforgó termesztése hordozza magában a legtöbb bizonytalanságot, cukorrépa ágazata viszont a második legbiztonságosabb.

Az újonnan csatlakozott országok közül Lengyelország tűnik a legkiegyensúlyozottabbnak. Ágazatainak többségének kockázata alacsonyabb kockázatú, egyedül a repcetermesztés szórása nagyobb az átlagnál. Csehország burgonya és cukorrépa termesztése alacsony kockázatúnak tekinthető, viszont az összes többi ágazatnál magas szórásokkal rendelkezik. Románia, Szlovákia, Portugália változatos képet mutatnak. Romániában és Szlovákiában hasonló kockázatokkal találkozhatunk, bár Romániában a burgonyatermesztés szórása és reziduális szórása alacsonynak mondható. Portugáliában az intenzív növények, és a napraforgó esetén találkozhatunk igen alacsony ingadozással, a többi növénynél ez átlagosnak mondható.

#### ❖ **A kockázat vizsgálata relatív szórás és relatív reziduális szórás segítségével**

Az előző részben szórások és szemi szórások széleskörű információt nyújtanak számunkra a kockázat abszolút nagyságáról. Azonban nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy ezek az értékek más és más termelési színvonalhoz kapcsolódnak. Előfordulhat, hogy egy viszonylag alacsony szórásérték kicsi termésátlaggal párosul, ezért ebben az esetben az adott országban már ez is magas termelési kockázatnak minősülhet. Ezért szolgáltató további információt a relatív szórás, illetve reziduális szórás használata, sőt ebben az esetben nemcsak az országok, hanem az ágazatok is összehasonlíthatók lesznek.

A relatív kockázat szerint a minimális kockázati értékek 4-6 % körül mozognak minden növény esetén, kivéve a repcét, ahol ez 9,5 %. A maximális értéket a burgonyánál tapasztalhatjuk (34,2%), amit az árpa és a búza követ szintén 30 %-kal. A növénytermesztés kockázata legalacsonyabb Nagy-Britanniában, illetve a többi „nyugat-európai” csoportba sorolt országban. Magyarország minden növénynél kockázatosnak számít, kukorica és repcetermesztése a legmagasabb relatív szórású (3-3. táblázat).



3-1. ábra Termés átlag, szórás és szemi szórás értékek alakulása

Forrás: Saját számítás EUROSTAT adatok felhasználásával

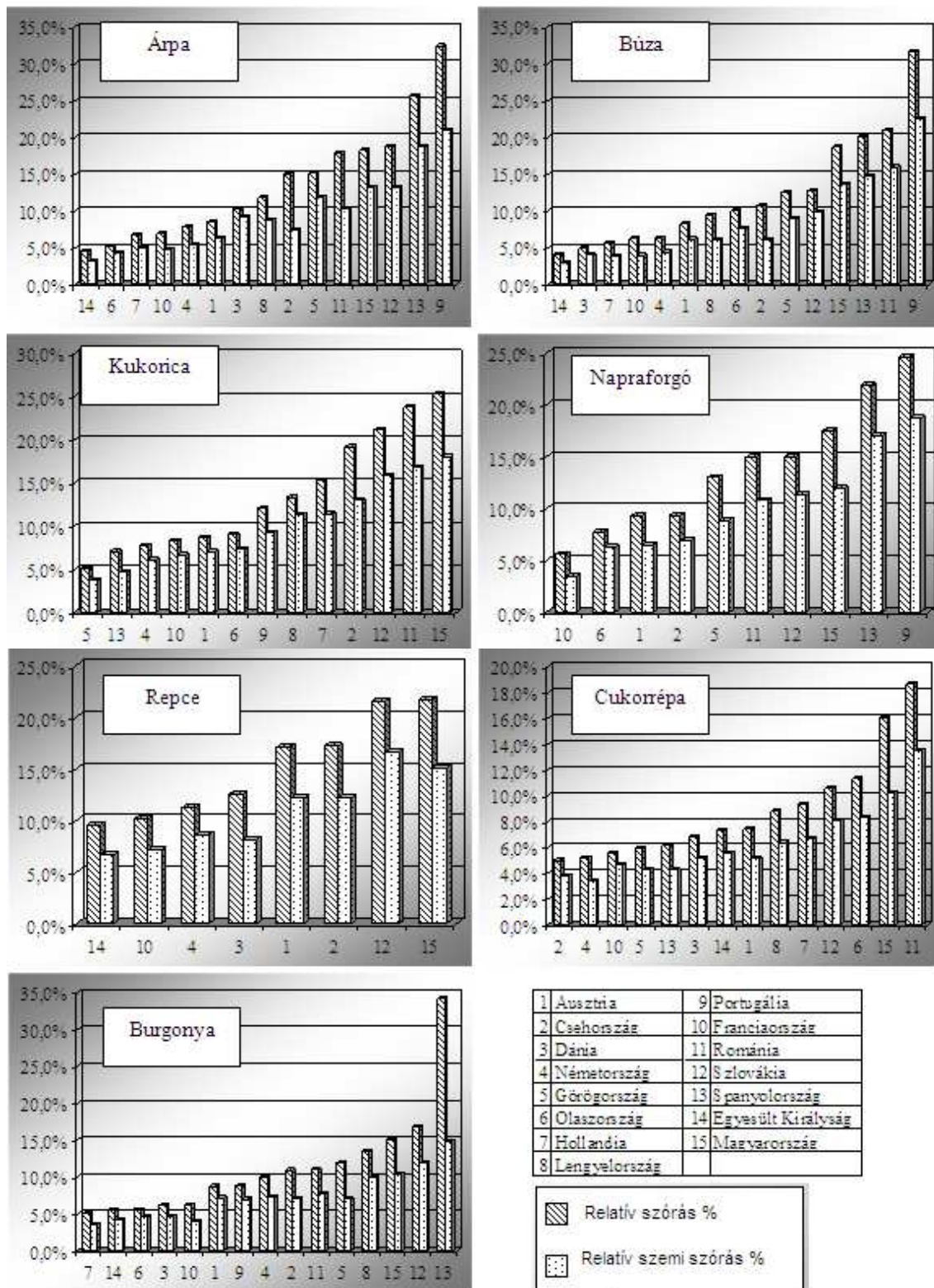
**3-3. táblázat Relatív szórások és reziduális szórások alakulása**

| Ország             | Árpa  | Burgonya | Búza  | Cukorrépa | Kukorica | Napraforgó | Repce |
|--------------------|-------|----------|-------|-----------|----------|------------|-------|
| Egyesült Királyság | 4,5%  | 5,5%     | 4,1%  | 7,3%      |          |            | 9,5%  |
| Franciaország      | 6,9%  | 6,2%     | 6,2%  | 5,6%      | 8,3%     | 5,6%       | 10,1% |
| Németország        | 7,8%  | 10,0%    | 6,3%  | 5,2%      | 7,7%     |            | 11,2% |
| Dánia              | 10,2% | 6,2%     | 4,9%  | 6,8%      |          |            | 12,5% |
| Ausztria           | 8,5%  | 8,7%     | 8,2%  | 7,4%      | 8,7%     | 9,3%       | 17,1% |
| Csehország         | 15,0% | 10,9%    | 10,6% | 5,0%      | 19,2%    | 9,3%       | 17,2% |
| Szlovákia          | 18,7% | 16,8%    | 12,6% | 10,6%     | 21,2%    | 15,0%      | 21,5% |
| Magyarország       | 18,3% | 15,1%    | 18,7% | 16,1%     | 25,3%    | 17,5%      | 21,7% |
| Olaszország        | 5,2%  | 5,6%     | 10,0% | 11,3%     | 9,0%     | 7,7%       |       |
| Görögország        | 15,1% | 11,9%    | 12,6% | 5,9%      | 5,0%     | 13,0%      |       |
| Románia            | 17,9% | 11,0%    | 21,0% | 18,6%     | 23,8%    | 15,0%      |       |
| Spanyolország      | 25,7% | 34,2%    | 20,1% | 6,2%      | 7,1%     | 21,9%      |       |
| Portugália         | 32,4% | 8,8%     | 31,6% |           | 12,0%    | 24,6%      |       |
| Hollandia          | 6,7%  | 5,1%     | 5,6%  | 9,4%      | 15,4%    |            |       |
| Lengyelország      | 11,8% | 13,5%    | 9,5%  | 8,8%      | 13,3%    |            |       |
| Mínimum            | 4,5%  | 5,1%     | 4,1%  | 5,0%      | 5,0%     | 5,6%       | 9,5%  |
| Maximum            | 32,4% | 34,2%    | 31,6% | 18,6%     | 25,3%    | 24,6%      | 21,7% |

Forrás: Saját számítás EUROSTAT adatok felhasználásával

A 3-2. ábra a relatív szórás és a relatív szemi szórás értékeket szemlélteti országonként és növényenként. A szemi szórások alapján képezhető sorrend nem minden esetben egyezik meg a szórás alapján képzett sorrenddel, ami arra utal, hogy azokban az országokban, ahol a szemi szórás erősebben közelíti a szórás értéket, az extrém veszteséges évek száma nagyobb.

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy az Európai Unió országainak változatos éghajlati, természeti és gazdasági adottságai visszatükröződnek a mezőgazdasági termelés színvonalában és kockázatában is. A fejlettebb nyugat-európai országokra a magas termésátlagok, és az ehhez kapcsolódó alacsonyabb kockázat jellemző. Az újonnan csatlakozott országok nemcsak termelési színvonalban maradnak el az előző csoporttól, hanem mind abszolút, mind relatív értelemben magasabb kockázattal termelnek. Míg a fejlett országokban a legutóbbi 16 évben kimutathatóan nőttek a termésátlagok, a 2004-ben csatlakozott országokban stagnálás illetve néhány esetben csökkenő tendencia mutatható ki. Külön csoportot képeznek kockázat szempontjából a déli országok, ahol a kevésbé intenzíven termelt növények – pl. gabonafélék – esetén nagyon magas a termelési kockázat, az intenzív, öntözött kultúrák esetén viszont alacsonyabb kockázattal magasabb termésátlagokat érnek el.



**3-2. ábra Relatív szórás és relatív szemi szórás alakulása**

Forrás: Saját számítás EUROSTAT adatok felhasználásával

### 3.2. A NÖVÉNYTERMESZTÉS TERMELÉSI KOCKÁZATÁNAK ELEMZÉSE KÜLÖNBÖZŐ TERMŐHELYI ADOTTSÁGOKNÁL AZ ÉSZAK-ALFÖLDI RÉGIÓBAN

#### 3.2.1. Termőhelyi adottságok az Észak-alföldi Régióban

Az Észak-alföldi Régió Magyarország szántóföldi növénytermesztését tekintve súlyponti szerepet tölt be, a 4,5 millió hektáros szántóterület 21,5 %-át köti le, ezzel a régiók között – a Dél-Alföldi után – a második helyet foglalja el. Az aranykorona értéket vizsgálva sokkal kedvezőtlenebb a helyzet, mert a 19,3 AK/ha az országos átlag alatt marad, csak Észak-Magyarország rendelkezik ennél gyengébb adottságokkal. (3-4. táblázat).

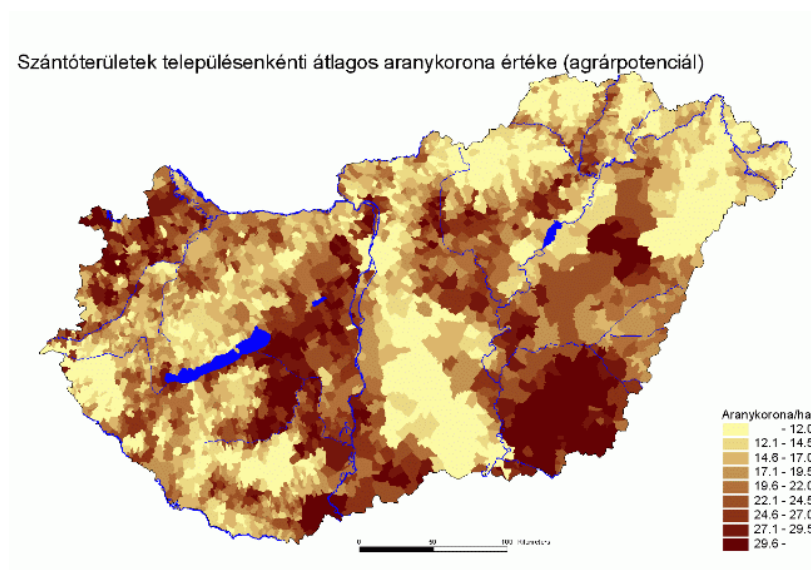
**3-4. táblázat A szántóterület és a hektáronkénti aranykorona érték alakulása  
Magyarországon (2005 május 31.)**

| Régió, megye             | Szántó<br>ezer<br>ha | Megoszlás<br>% | 1 ha szántó átlagos<br>aranykorona<br>értéke |
|--------------------------|----------------------|----------------|----------------------------------------------|
| Közép-Magyarország       | 304,8                | 6,8%           | 19,7                                         |
| Közép-Dunántúl           | 501,6                | 11,1%          | 21,4                                         |
| Nyugat-Dunántúl          | 510,6                | 11,3%          | 20,7                                         |
| Dél-Dunántúl             | 695,9                | 15,4%          | 21,3                                         |
| Észak-Magyarország       | 496,4                | 11,0%          | 17,5                                         |
| Dél-Alföld               | 1031,5               | 22,9%          | 24,3                                         |
| <b>Észak-Alföld</b>      | <b>972,3</b>         | <b>21,5%</b>   | <b>19,3</b>                                  |
| Magyarország<br>összesen | 4513,1               | 100,0%         | 20,9                                         |

Forrás: KSH STADAT, KSH Pécsi Igazgatóság

A földminőséget tekintve jelentősek a régióon belüli különbségek, az 3-3. ábra jól reprezentálja, hogy míg Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében a legalacsonyabbak – többségében 14,5 AK/ha alatt – a hektáronkénti aranykorona értékek, addig Hajdú-

Bihar, és Jász-Nagykun-Szolnok megyében igen jelentős a 22 AK/ha feletti területek aránya.



**3-3. ábra Magyarország agrárpotenciálja**

Forrás: <http://www.ktg.gau.hu/~podma/zona/images/map4.gif>

Az Észak-alföldi Régió növénytermesztési kockázatának elemzéséhez az AKI bocsátotta rendelkezésemre 2001 és 2005 közötti időszakra a Tesztüzemi Rendszer gazdaságsoros adatait. A vizsgálatba 8 növényt vontam be: búzát, kukoricát, rozsot, őszi árpát, napraforgót, őszi káposztarepcét, cukorrépát és zöldborsót. Az alapinformációk a 3-5. táblázatban találhatók.

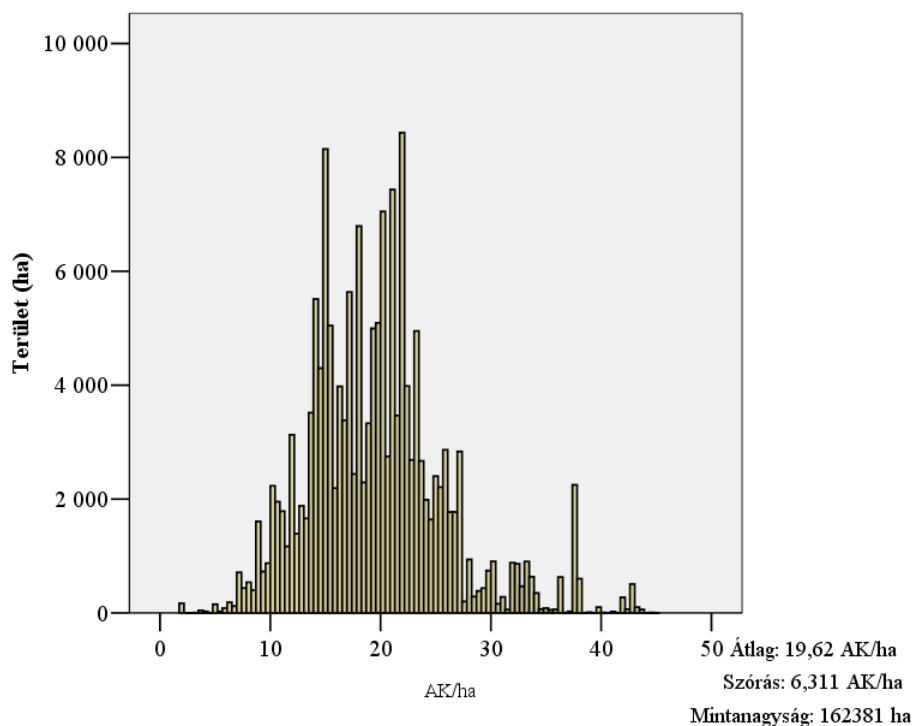
**3-5. táblázat Az elemzésbe bevont területek nagysága növényenként (2001-2005)**

*Me.:hektár*

|                           | 2001    | 2002    | 2003    | 2004    | 2005    | Összesen |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| <b>Búza</b>               | 15980,1 | 21955,3 | 12939,6 | 10577,9 | 8513,3  | 69966,2  |
| <b>Kukorica</b>           | 8459,0  | 11302,3 | 9355,6  | 7906,7  | 7441,9  | 44465,5  |
| <b>Őszi árpa</b>          | 2245,6  | 1803,6  | 680,1   | 1024,5  | 808,7   | 6562,4   |
| <b>Rozs</b>               | 228,0   | 385,8   | 116,8   | 230,1   | 113,7   | 1074,4   |
| <b>Napraforgó</b>         | 3497,2  | 8423,4  | 7503,7  | 4859,7  | 4439,3  | 28723,3  |
| <b>Őszi káposztarepce</b> | 472,0   | 2018,8  | 170,8   | 707,5   | 466,2   | 3835,3   |
| <b>Cukorrépa</b>          | 1692,5  | 1891,4  | 1419,9  | 600,7   | 741,1   | 6345,6   |
| <b>Zöldborsó</b>          | 246,0   | 198,7   | 608,0   | 118,9   | 236,9   | 1408,4   |
| <b>Összesen</b>           | 32820,5 | 47979,1 | 32794,4 | 26026,0 | 22761,1 | 162381,0 |

Forrás: Saját számítás

Vizsgálataimat a termőhelyi adottságok figyelembe vételével folytattam, amelyet a hektáronkénti átlagos aranykorona érték alapján határoztam meg. A terület aranykoronánkénti megoszlását a 3-4. ábra mutatja.



**3-4. ábra Az átlagos aranykorona érték hisztogramja 2001-2005 évek adatai alapján**

Forrás: Saját számítás AKI adatok alapján

Az átlagos aranykorona érték és a termésátlagok közötti korreláció vizsgálat során nem mutatható ki összefüggés. A statisztikai elemzések szerint a legmagasabb koeficiens érték 0,189, de ez sem szignifikáns. Ebben az esetben felmerülhet a kérdés, hogy van-e értelme az ilyen jellegű vizsgálatoknak. Ennek eldöntésére, illetve a csoportképzésre a statisztikák közül az átlagot, a szórást használtam, illetve az EU csatlakozás előtt a kedvezőtlen adottságú területek lehatárolására használt 17 AK/ha határt. Ezek alapján háromféle besorolási lehetőséget vettem számításba:

- a számtani átlag alatti és feletti területek,
- 17 AK/ha alatti és feletti területek,

- az átlag alatt és felett 3-3 kategóriát képeztem félszórásnyi lépésekkel (3-6. táblázat).

**3-6. táblázat Az átlag és szórás segítségével kialakított termőhelyi kategóriák**

| Kód | AK/ha         |
|-----|---------------|
| 1   | <13,32        |
| 2   | 13,32 - 16,46 |
| 3   | 16,47 - 19,62 |
| 4   | 19,63 - 22,78 |
| 5   | 22,79 - 25,93 |
| 6   | 25,93<        |

Forrás: Saját számítás

A termésátlagok közötti szignifikáns eltérést az első két besorolási esetben kétmintás t-próba, illetve az utolsó esetben varianciaanalízis segítségével elemeztem. A vizsgálatok elvégzése előtt minden növény esetén normalitás vizsgálattal ellenőriztem a normális eloszlás teljesülését.

A hat termőhelyi kategóriára elvégzett varianciaanalízis megerősítette, hogy az aranykorona érték alapján történő több csoportra bontás nem célravezető (3-7. táblázat).

**3-7. táblázat Szignifikáns eltérések a termésátlagok között aranykorona kategóriáinként**

| Kategóriák AK/ha | <13,31 | 13,31 - 16,46 | 16,47 - 19,62 | 19,63 - 22,78 | 22,79 - 25,93 | 25,93< |
|------------------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| <13,31           | -      | KÁN           | BKN           | BKÁN          | BKN           | BKÁN   |
| 13,31 - 16,46    | KÁN    | -             | BKÁN          | BKNC          | BKN           | BKC    |
| 16,47 - 19,62    | BKN    | BKÁN          | -             |               |               | Á      |
| 19,63 - 22,78    | BKÁN   | BKNC          |               | -             |               |        |
| 22,79 - 25,93    | BKN    | BKN           |               |               | -             |        |
| 25,93<           | BKÁN   | BKC           | Á             |               |               | -      |

B=őszi búza; K=Kukorica; Á=őszi árpa; N=napraforgó; C= cukorrépa

A jelzett kategóriáknál a kategóriák termésátlagai között szignifikáns az eltérés.

Forrás: Saját számítás

A különböző kategóriák közötti szignifikancia értékek azt bizonyítják, hogy búzánál, kukoricánál, napraforgónál legfeljebb két egymástól markánsan elütő csoport hozható létre, és a két csoport közötti határ az átlag körül, vagy az alatt húzható meg. Az árpanál és cukorrépánál korántsem ilyen egyértelmű a helyzet, itt mindenképpen kétmintás t-próbával kell dönten. A káposztarepce, a rozs és a zöldborsó sehol nem mutatott bizonyítható eltérést.

A következő lépésben a kétmintás t-próbát végeztem el (3-8. táblázat). Ez alapján a búza, a kukorica, napraforgó, cukorrépa esetén a számtani átlaggal, a mediánnal és a 17 aranykoronás értékhatárral történő lehatárolás is alkalmas két különböző termőhelyi adottságú kategória létrehozására. Az őszi árpa, rozs, őszi káposztarepce és zöldborsó esetén azonban nincs szignifikáns eltérés a létrehozott csoportok átlagai között.

**3-8. táblázat Az átlagos AK értékkel, illetve a 17 AK határral lehatárolt csoportok közötti termésátlag különbségek és a kétmintás t-próbák eredményei**

| Növény            | Csoportosítási ismérv | Termésátlag (t/ha)                |              | Szórás (t/ha) |              | Levene teszt |              | T             | Sig. 2 tailed | El-térés     |
|-------------------|-----------------------|-----------------------------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|--------------|
|                   |                       | 1*                                | 2**          | 1*            | 2**          | F            | Sig          |               |               |              |
| <b>Búza</b>       | <b>Átlag</b>          | <b>3,76</b>                       | <b>4,26</b>  | <b>1,4</b>    | <b>1,66</b>  | <b>11,1</b>  | <b>0,001</b> | <b>-4,6</b>   | <b>0</b>      | <b>-0,5</b>  |
|                   | <b>17 AK</b>          | <b>3,62</b>                       | <b>4,21</b>  | <b>1,31</b>   | <b>1,63</b>  | <b>16,4</b>  | <b>0</b>     | <b>-5,4</b>   | <b>0</b>      | <b>-0,6</b>  |
| <b>Kukorica</b>   | <b>Átlag</b>          | <b>5,83</b>                       | <b>6,48</b>  | <b>2,49</b>   | <b>2,49</b>  | <b>1,78</b>  | <b>0,183</b> | <b>-4,0</b>   | <b>0</b>      | <b>-0,7</b>  |
|                   | <b>17 AK</b>          | <b>5,67</b>                       | <b>6,43</b>  | <b>2,37</b>   | <b>2,57</b>  | <b>0,59</b>  | <b>0,444</b> | <b>-825,0</b> | <b>0</b>      | <b>-0,8</b>  |
| Őszi árpa         | Átlag                 | 3,22                              | 3,56         | 1,54          | 1,63         | 0,02         | 0,883        | -1,4          | 0,161         | -0,3         |
|                   | 17 AK                 | 3,26                              | 3,45         | 1,56          | 1,61         | 0,04         | 0,845        | -0,7          | 0,458         | -0,2         |
| Rozs              | Átlag                 | Csak az 1. kategóriában volt adat |              |               |              |              |              |               |               |              |
|                   | 17 AK                 | 2,4                               | 2,5          | 1,17          | 0,6          | 1,14         | 0,292        | -0,3          | 0,798         | -0,1         |
| <b>Napraforgó</b> | <b>Átlag</b>          | <b>1,97</b>                       | <b>2,15</b>  | <b>0,63</b>   | <b>0,68</b>  | <b>1,23</b>  | <b>0,268</b> | <b>-3,1</b>   | <b>0,002</b>  | <b>-0,2</b>  |
|                   | <b>17 AK</b>          | <b>1,91</b>                       | <b>2,16</b>  | <b>0,62</b>   | <b>0,67</b>  | <b>1,16</b>  | <b>0,282</b> | <b>-4,4</b>   | <b>0</b>      | <b>-0,3</b>  |
| Repce             | Átlag                 | 1,76                              | 1,93         | 0,84          | 0,9          | 0,74         | 0,392        | -0,8          | 0,45          | -0,2         |
|                   | 17 AK                 | 1,75                              | 1,91         | 0,81          | 0,91         | 1,84         | 0,179        | -0,7          | 0,46          | -0,2         |
| <b>Cukorrépa</b>  | <b>Átlag</b>          | <b>41,2</b>                       | <b>48,35</b> | <b>11,8</b>   | <b>13,37</b> | <b>1,23</b>  | <b>0,271</b> | <b>-2,1</b>   | <b>0,043</b>  | <b>-7,2</b>  |
|                   | <b>17 AK</b>          | <b>33,6</b>                       | <b>47,84</b> | <b>7,16</b>   | <b>13,19</b> | <b>2,45</b>  | <b>0,121</b> | <b>-4,0</b>   | <b>0,007</b>  | <b>-14,2</b> |
| Zöldborsó         | Átlag                 | 5,29                              | 5,61         | 1,99          | 1,61         | 0,19         | 0,666        | -0,4          | 0,681         | -0,3         |
|                   | 17 AK                 | 5,32                              | 5,56         | 0,1           | 1,72         | 1,7          | 0,2          | -0,8          | 0,428         | -0,2         |

\*Átlagos aranykorona érték (19,62 AK) alatti területeken, illetve 17 AK alatti területeken számított termésátlagok és szórások

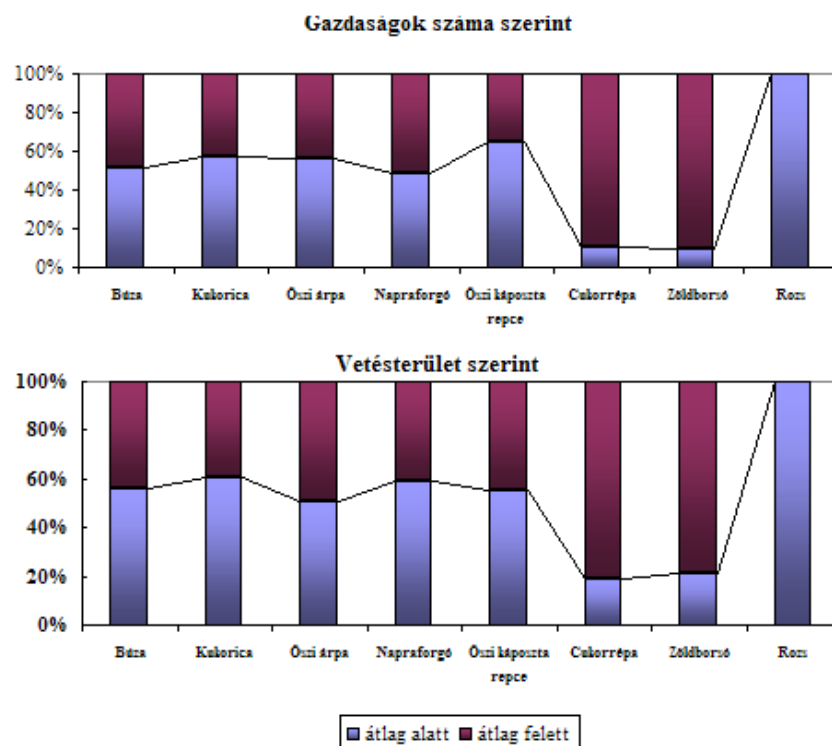
\*\*Átlagos aranykorona érték (19,62 AK) feletti területeken, illetve 17 AK feletti területeken számított termésátlagok és szórások

Forrás: Saját számítás

Rozs esetén egyértelmű a válasz a szignifikancia hiányára, mert az átlagos aranykorona érték feletti területeken nem termesztik, itt a „jobbik” csoportban nincs adat. Az őszi árpa és a repce esetén a csoportokon belüli magas szórás a magyarázat, ez az érték az árpánál az átlag közel 50%-a, repcénél meg is haladja azt. A zöldborsónál a 17 AK lehatárolás alacsony szórásértéke – ami az átlaggal történő lehatárolás szórásához viszonyítva nagyon kevés – a „rosszabbik” kategória adathiányára utal.

Természetesen a rozsnál és a zöldborsónál említett adathiány könnyen bizonyítható, ha megvizsgáljuk az egyes növények vetésterületének és a gazdaságok számának kategóriánkénti megoszlását (3-5. ábra).

A statisztikai elemzések eredményeit figyelembe véve a termelési kockázat vizsgálatánál búza, kukorica, napraforgó esetén két különböző csoport hozható létre, a többi növénynél nem megalapozott a kategóriákra bontás. A csoportképzéshez elegendő a számtani átlagot használni, így a továbbiakban az „átlag alatti” megnevezés a 19,62 AK/ha, illetve ez alatti, az „átlag feletti” a 19,62 AK/ha feletti területekre vonatkozik.



**3-5. ábra A vizsgált gazdaságok számának és vetésterületének átlagos aranykorona érték alatti és feletti aránya**

Forrás: Saját számítás

### 3.2.2. A termelési kockázat vizsgálata

A termésátlagok ingadozását két szemszögből közelítettem meg: az egyik szerint elemeztem az egyes növények átlagterméseinek szórását és relatív szórását évenként (keresztmetszeti elemzés), a másik szerint a reziduális szórást, illetve annak relatív értékét.

#### a. A kockázat alakulása évenként, keresztmetszeti elemzés

Azoknál a növényeknél, amelyeket szignifikánsan különböző átlag alatti és feletti kategóriákba lehetett sorolni, a termésátlagok szórása szinte minden esetben alacsonyabb az átlagosnál magasabb aranykorona értékű területeken, ami bizonyítja, hogy a jobb termőhely kockázatot csökkentő hatása egyértelműen érvényesült (3-9. táblázat).

**3-9. táblázat A termésátlagok és a szórások alakulása búza, kukorica és napraforgó esetén a két vizsgált kategóriában**

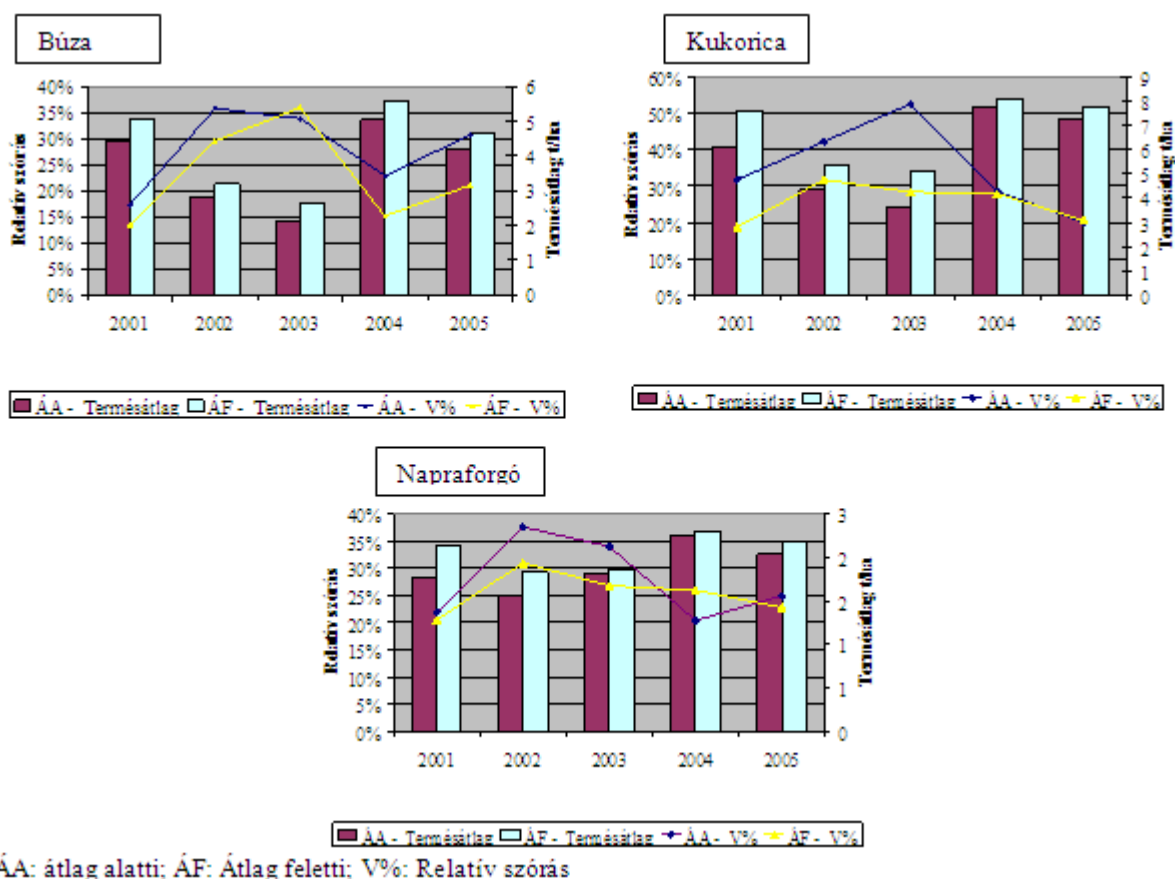
|            | 2001  |        | 2002  |        | 2003  |        | 2004  |        | 2005  |        |
|------------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
|            | Átlag | Szórás | Átlag | Szórás | Átlag | Szórás | Átlag | Szórás | Átlag | Szórás |
| Búza       |       |        |       |        |       |        |       |        |       |        |
| ÁA         | 4,415 | 0,764  | 2,825 | 1,010  | 2,135 | 0,722  | 5,032 | 1,148  | 4,163 | 1,278  |
| ÁF         | 5,043 | 0,676  | 3,195 | 0,942  | 2,664 | 0,957  | 5,581 | 0,843  | 4,666 | 0,980  |
| Kukorica   |       |        |       |        |       |        |       |        |       |        |
| ÁA         | 6,145 | 1,954  | 4,349 | 1,842  | 3,652 | 1,923  | 7,803 | 2,220  | 7,285 | 1,461  |
| ÁF         | 7,606 | 1,425  | 5,373 | 1,704  | 5,083 | 1,442  | 8,111 | 2,262  | 7,807 | 1,601  |
| Napraforgó |       |        |       |        |       |        |       |        |       |        |
| ÁA         | 1,759 | 0,385  | 1,564 | 0,587  | 1,821 | 0,619  | 2,244 | 0,457  | 2,039 | 0,508  |
| ÁF         | 2,142 | 0,438  | 1,831 | 0,567  | 1,860 | 0,498  | 2,303 | 0,597  | 2,185 | 0,498  |

ÁA: Átlag alatti ÁF: Átlag feletti

Forrás: Saját számítás

Szemléletesebb képet kaphatunk, ha a relatív szórásokat hasonlítjuk össze, mert így a különböző évjáratokat és a növényeket is összevethetjük. A 3-6. ábra jól szemlélteti, hogy az átlag alatti adottságú területeken mindhárom növény termesztése

kockázatosabb. A kukorica és a napraforgó termesztése esetén kedvezőtlen évjáratban (2002-2003) a relatív szórások közötti különbség, azaz a kockázat az átlag alatti területeken markánsan nő, míg jó évjáratokban kiegyenlítődés figyelhető meg. A búza esetén fordított a helyzet, a kedvező agrárpotenciállal rendelkező területek a jobb évjáratokban kisebb relatív terméssingadozást mutatnak, míg 2002-2003-ban közel azonosak a kockázati értékek.



**3-6. ábra A búza, kukorica és napraforgó termésátlagainak és termelési kockázatának alakulása 2001-2005**

Forrás: Saját számítás

Ha a többi növényt vizsgáljuk korántsem ilyen egyszerű a kép. A korábban már említett 2002 év az őszi árpa és a repce esetén mutat kiugró terméssingadozást, borsó esetén a relatív szórás 10 % alatti. Rozsnál és cukorrépánál a terméssingadozások alapján nem tudjuk beazonosítani az egyes évjáratokat (3-10. táblázat). Összefoglalva: az őszi árpa, rozs, repce, cukorrépa, zöldborsó esetén évjáratától függetlenül nagy lehet a terméssingadozás az egyes területek között, a különbség oka ebben az esetben inkább

szakmai és technológiai tényezőkkel magyarázható. Az őszi árpa és a rozs esetén leggyakoribb a helytelen fajtaválasztás, nem fémezé, gyakran ismeretlen eredetű vetőmag használata, illetve a túl korai, vagy túl késői vetés. A repce vetésterülete az utóbbi 5-6 évben folyamatosan nőtt, olyan termelőknél is megjelent, akik soha nem foglalkoztak még vele, itt a növényvédelmi hiányosságok a leggyakoribbak. A cukorrépa és zöldborsó termesztésével gyakran olyan termelők is próbálkoznak, akik nem rendelkeznek megfelelő öntözőkapacitással, különösen a jobb adottságú területeken.

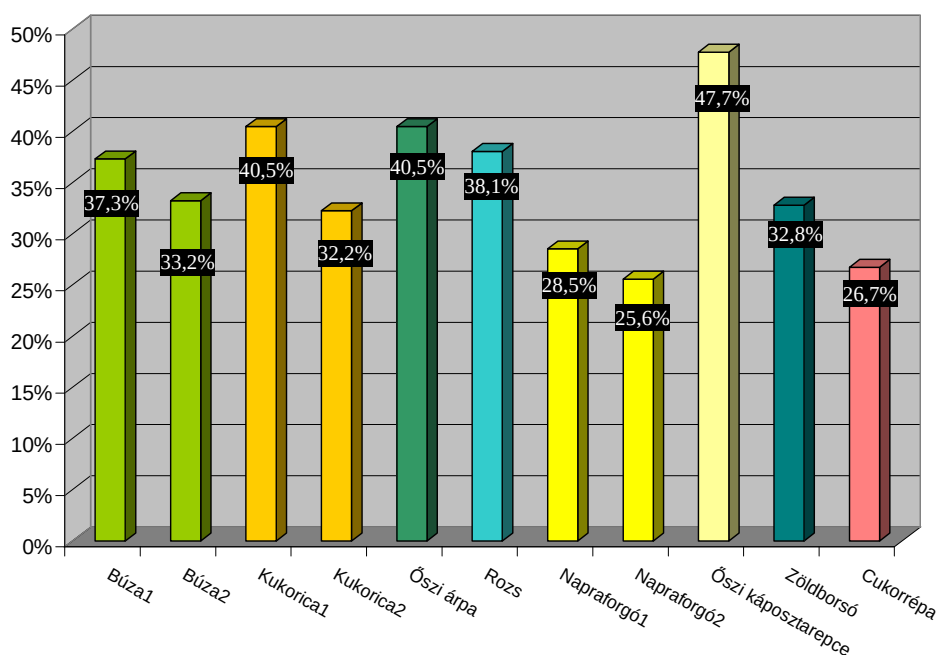
**3-10. táblázat A termésátlagok és a szórás alakulása a többi növény esetén**

|           | 2001  |        | 2002  |        | 2003  |        | 2004  |        | 2005  |        |
|-----------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|--------|
|           | Átlag | Szórás | Átlag | Szórás | Átlag | Szórás | Átlag | Szórás | Átlag | Szórás |
| Őszi árpa | 4,34  | 0,96   | 2,45  | 1,06   | 1,87  | 0,57   | 5,15  | 0,93   | 4,22  | 1,15   |
| Rozs      | 2,96  | 0,76   | 1,66  | 0,47   | 1,48  | 0,33   | 2,62  | 0,72   | 2,57  | 0,71   |
| Repce     | 1,97  | 0,29   | 1,00  | 0,62   | 0,99  | 0,21   | 2,60  | 0,49   | 2,22  | 0,55   |
| Cukorrépa | 50,15 | 8,37   | 43,42 | 12,26  | 37,00 | 7,67   | 56,29 | 8,58   | 49,92 | 15,98  |
| Zöldborsó | 8,41  | 2,66   | 5,26  | 0,50   | 5,39  | 1,96   | 6,65  | 1,06   | 5,80  | 0,25   |

Forrás: Saját számítás

#### **b. A reziduumok szórásának elemzése**

Az 3-7. ábra mutatja az ötéves adatokból számított relatív reziduális szórásértékeket. Csak a napraforgó (mindkét termőhelyen) és a cukorrépa esetén találunk 30% alatti értékeket, 40% felett van a kukorica a gyenge adottságú területeken, valamint az őszi árpa és a repce. A vizsgált növények közül a repce termesztése a legkockázatosabb. Azoknál a növényeknél, ahol két termőhelyi adottságú kategóriát képeztünk, mindegyik esetben az átlagosnál jobb adottságú területeken termesztjük a növényeket kisebb kockázattal. A legnagyobb relatív szórásbeli különbség – több mint 8 százalékkal – a kukoricánál tapasztalható, ezt követi a búza 4,1 százalékkal, a napraforgónál már 3 százaléknál kisebb az eltérés az átlag alatti és az átlag feletti adottságú területek kockázata között.



\*A növénynév utáni 1 index az átlagos adottság alatti, a 2 index az átlagos adottság feletti területek kockázatát mutatja

### 3-7. ábra A relatív reziduális szórások alakulása vizsgált ágazatokban

Forrás: Saját számítás

Összefoglalva elmondhatjuk, hogy a hektáronkénti aranykorona érték a termőhelyi adottságok értékelésére csak korlátozott mértékben alkalmazható. Búza, kukorica és napraforgó esetén statisztikailag igazolható két termőhelyi csoport képzése a termésátlagok alapján, a többi elemzett növénynél azonban nem.

Az Észak-alföldi Régióban az őszi káposztarepce termesztése tekinthető legkockázatosabbnak, az ezt követő sorrend: őszi árpa, rozs, kukorica, búza, zöldborsó, napraforgó és cukorrépa.

A termőhelyi adottságok figyelembevételével végzett növénytermesztési ágazat választással csökkenthető a termelési kockázat. A növények kockázat szempontjából eltérően reagálnak jobb és gyengébb évjáratokban. A búza a jobb termőhelyeken kedvezőbb évjáratban alacsonyabb kockázattal termelhető. A kukorica és a napraforgó esetén viszont ilyenkor elmosódnak az átlag alatti és átlag feletti adottságú területek közötti relatív szórás különbségek. A 2002-es és 2003-as aszályos években a kukorica és a napraforgó termesztése kisebb kockázatú volt az átlag feletti aranykorona értékű területeken, a búzánál viszont nem tapasztalható számottevő különbség.

## 4. A VETÉSSZERKET OPTIMALIZÁLÁSA A KOCKÁZAT FIGYELEMBEVÉTELÉVEL

### 4.1. A MODELLEK ALAPADATAI

Az esettanulmányok elkészítésekor egy Hajdúsági Lőszháton növénytermesztési tevékenységgel és gépi szolgáltatással foglalkozó gazdasági társaság adatait használtam. A gazdaság átlagosan 2000 hektáron gazdálkodik, bérelt területen. A bérlet nagyobb hányadát a tulajdonosoktól és a vállalkozás alkalmazásában lévő dolgozóktól bérelt terület teszi ki, a többi területre 3-10 év közötti bérleti szerződések vannak érvényben. A gazdaság „törzságazatai”: őszi búza, kukorica, napraforgó, őszi káposztarepce, burgonya, és zöldborsó. A korábbi években meghatározó volt a cukorrépa is, azonban az utóbbi két évben a cukoripari fejlemények következtében teljesen felhagytak a termesztésével. Helyét az egyre nagyobb területen vetett napraforgó mellett az őszi káposztarepce foglalta el. Repcével a korábbi években általában csak kis területen – néhány 10 hektáros nagyságrendben – foglalkoztak.

A gépi és humán erőforrásokat tekintve a gazdaság viszonylag jól ellátott, így különböző szolgáltatásokat (gépi bér munka, növényvédelmi tanácsadás stb.) is végeznek (4-1. táblázat).

Az erőforrásokat tekintve hátrányos, hogy a 2000 hektáros területből csak 250 hektár öntözhető, ez erősen korlátozza jó piaci pozíció esetén is a burgonya és zöldborsó ágazat termelési méretét.

4-1. táblázat A gazdaság gépi erőforrásai

| Megnevezés                                    | Darabszám | Átlagéletkor |
|-----------------------------------------------|-----------|--------------|
| <b>Traktorok</b>                              |           |              |
| John Deer 78-96 kW között                     | 4         | 6 év         |
| MTZ 82 59 kW                                  | 4         | 8 év         |
| Steiger 184 kW                                | 3         | 12 év        |
| <b>Szállítójárművek</b>                       |           |              |
| IFA 50 W L/K 92 kW                            | 4         | 14 év        |
| <b>Gabona betakarítógépek</b> (Claas típusok) | 3         | 5 év         |
| <b>Burgonya manipuláló gépsor</b>             | 3 vonal   | 6 év         |

Forrás: Saját gyűjtés

A vállalkozás szárítóval is rendelkezik, bár annak kapacitása meglehetősen alacsony (150 t/24h), az öntözhető területre elegendő kapacitású öntözőberendezéssel

rendelkezik. A szállítójárművek közül már csak 4 IFA tehergépkocsi van, ezeket a jövőben értékesíteni kívánják, a szállítás egy részét MTZ 82 + kéttengelyes pótkocsival végzik. Nagyobb szállítási volumen esetén külső szolgáltatókat vesznek igénybe. Őszi és tavaszi munkacsúcsok esetén talajmunkákra is kénytelenek gépi bérvállalkozókkal szerződni, ezt a modellekbe is beépítettem.

A növényvédelmi munkák elvégzésére a növényvédelmi mérnökön kívül még két szakmunkás áll rendelkezésre, illetve három fő segédmunkás az év közben jelentkező feladatok teljesítésére. A burgonya betakarításakor jelentkező többletmunkaigényt idénymunkások alkalmazásával oldják meg.

A terveket a 2006-2007. gazdasági évre készítettem el.

#### **4.1.1. Ágazati technológiák**

Az egyes ágazatok munkaműveleti sorrendjét a vállalkozás jelenlegi technológiái alapján készítettem el. A gépkapcsolatokhoz kapcsolódó fajlagos teljesítményadatok a gazdaság sajátosságait tükrözik, az ágazatvezetők által megadott átlagosan teljesíthető normák. A műveletek elvégzésének idejét dekád pontossággal adtam meg. (1.,2.,3.,4. mellékletek).

- **A műveleti költségek tervezése**

A munkaműveletekhez kapcsolódó gépesítési költségek meghatározásánál a gazdaság sajnos csak kevés segítséget tudott nyújtani. A hozzáférhető költségkalkulációk ugyan részletesek voltak, azonban tartalmazták a szolgáltatás költségét is. A számítások alapjául szolgáló számviteli információk sem voltak teljesen egyértelműek (Ez a negatív tapasztalat fellelhető volt az összes gazdaságnál). Ezért ezt a munkát az FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet (MGI) által közölt adatok alapján végeztem el (GOCKLER, 2007a, b).

Az erőgépek költségét az ágazati technológiákban alkalmazott géptípusok szerint adtam meg (5. melléklet). A munkagépek esetén átlagos adatokkal kalkuláltam (6. melléklet). Az MGI által közölt gépi üzemeltetési költség a következő elemekből áll:

- anyagköltség,

- munkabér és azok járulékai,
- a karbantartás és javítás költsége,
- értékcsökkenés,
- egyéb költségek.

Az anyagköltségen belül az üzemanyagköltség az ÁFA nélküli nagykereskedelmi árat tartalmazza. Az 5. mellékletben megadott munkabér és járulék magába foglalja az alap és kiegészítőt, valamint a 36% járulékot (társadalombiztosítási járulék, egészségügyi hozzájárulás, munkaadói járulék és átlagosan 2% a betegszabadság költségeinek fedezésére). Ezen kívül az összes bér és közteher után 7% általános jellegű költséget is figyelembe vesznek a számításkor, ami szociális és kulturális jellegű kiadást jelent. Ezek ugyan közvetett kiadások, felszámításuk elsősorban a kézimunka helyettesítését szolgáló gépek gazdaságosságának reális összehasonlítása és értékelése miatt szükséges. A karbantartási és javítási költségek magukba foglalják a javítás során felhasznált anyagok és alkatrészek, a munkabér és rezsi költségeit. Az MGI által megadott adatok átlagos értékek, a gyakorlatban a gép korától, illetve a kihasználtságtól függően jelentős eltérések vannak. Természetes, hogy egy új gép esetén a javítási és karbantartási költségek lényegesen alacsonyabbak, a nullára leírt gépek esetén pedig sokkal magasabbak. Itt esetenként kompenzációt jelenthet, hogy ezeket már nem terheli az értékcsökkenési leírás költsége, azonban a magasabb készpénzes költségek a pénzforgalmat érinthetik negatívan.

Az értékcsökkenési leírás költsége az állandó költségek legjelentősebb részét (75-90%-át) teszi ki (PFAU – SZÉLES, 2001). Nagysága és aránya döntően a gép beszerzési árától és tervezett élettartamától függ. A modellemben, az MGI módszertanát átvéve – a magyarországi viszonyokat figyelembe véve – 10%-os kulcsot alkalmaztam. Az egyéb költségeken belül szerepel a gépjármű adó, a géptárolás költsége, az üzemanyag-beszerzés, - szállítás, - tárolás, - kiadás költsége, az anyagok és alkatrészek beszerzése, tárolása, kezelése, kiadása, valamint a műhely általános jellegű költsége, amelyek az MGI számításai szerint a teljes javítási-, és karbantartási költségeinek 5%-át teszik ki.

Az éves és fajlagos gépüzemeltetési költségeket jelentősen befolyásolja az éves kihasználás, azaz az éves üzemórák száma. A mellékletekben megadott értékek az MGI bázisgazdaságaiból származó adatok alapján az MGI által számított elvárható értékek.

- **Az anyag- és munkabér költségek tervezése**

Azoknál a munkaműveleteknél, ahol anyagfelhasználás is van (műtrágya, vetőmag, növényvédőszer, víz, bálakötöző zsineg stb.), a munkaműveletek rögzítésével egyidejűleg visszük be a hektáronként felhasznált anyag mennyiségét, illetve az egységárát. A technológia tervezés során lehetséges egy munkaművelethez többféle anyagot is rögzíteni.

Az erőgépek, a szállítójárművek vezetőinek, valamint a szárításhoz, öntözéshez és burgonyamanipuláláshoz kapcsolódó dolgozók munkabérét a segédüzemi szolgáltatásoknál már figyelembe vettem (5. melléklet), viszont a növényvédelmi szakmunkások és a szállításhoz és egyéb manipulálási munkákhoz szükséges szakképzetlen munkások bérköltségét nem. Az adatok rögzítésekor ezért meg kell adni, hogy az adott munka elvégzésére hány fő szükséges, amelyet megszorozunk a művelet teljesítésének fajlagos munkaóra igényével. Ezután már könnyen számítható a munkabérköltség. A tervezéskor a vállalkozás bérszínvonalát alkalmaztam, azaz szakmunkásoknál 800 Ft/óra, szakképzetlen munkásoknál 500 Ft/óra költséggel számoltam. Ezek az összegek 36% közterhet is magukban foglalnak a segédüzemi költségeknél részletezett megbontásban.

Fentiek figyelembevételével az egyes ágazatok közvetlen költségei az alábbiak szerint alakultak (4-2. táblázat):

**4-2. táblázat A vizsgált gazdaság közvetlen költségeinek alakulása (2007. év terv)**

Me.: Ft/ha

| Megnevezés                        | Burgonya      | Kukorica      | Napraforgó    | Őszi búza     | Repce         | Zöldborsó     |
|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Anyagköltség                      | 433260        | 63734         | 66020         | 61286         | 44032         | 115028        |
| Személyi jellegű költségek        | 16409         | 941           | 704           | 967           | 894           | 1134          |
| Segédüzemi költségek              | 376492        | 107052        | 79329         | 72205         | 58121         | 87780         |
| <b>Közvetlen költség összesen</b> | <b>826161</b> | <b>171727</b> | <b>146053</b> | <b>134458</b> | <b>103046</b> | <b>203943</b> |

Forrás: Saját számítás

- **Hozamok, árbevétel**

A technológiák tervezéséhez szorosan kapcsolódik a hozamok és bevételek tervezése is. Ahogy azt a költségek tervezésénél tettem, itt is a munkaműveletekhez, ebben az esetben a betakarításhoz kapcsoltam az adatbevitt, azaz rögzített a tervezett hozamot és értékesítési árat.

#### **4.1.2. A változó költségek és a fedezeti hozzájárulás**

- **Változó költségek**

Az ágazati költségszámítások elvégzése során mindenképpen szem előtt kell tartanunk a célfüggvény gazdasági tartalmát. Esetünkben lineáris programozási modellről van szó, ahol a cél a jövedelem maximalizálása. Olyan jövedelem kategóriát kell tehát választanunk, amely – bizonyos határokon belül – lineárisan változik. Erre a fedezeti hozzájárulás alkalmas, ami azt jelenti, hogy a költségek közül a változó költségeket kell figyelembe vennünk. A változó költségek meghatározása a rendelkezésre álló információkból nem mindig következik egyértelműen. Ide sorolhatjuk az

- anyagjellegű költségeket,
- személyi jellegű költségeket,
- a segédüzemági szolgáltatás döntő hányadát,
- az egyéb közvetlen költségeket.

Az anyagköltségek besorolása egyértelmű, így a vetőmag, műtrágya és növényvédőszer költségek változó költségnek minősülnek. A személyi jellegű költségek is hozzárendelhetők az egyes ágazatokhoz. A segédüzemági szolgáltatás költsége összetett költség, itt már nehezebb helyzetben vagyunk. A költségeket az alábbiak szerint csoportosítottuk:

- Az üzemanyagköltség teljes egészében változó költség.
- A karbantartás és javítás költségein belül 60-70% az anyagköltség (PFAU – SZÉLES, 2001), a fennmaradó költségek egyharmadát a személyi jellegű költségek adják. Az ezeken felül megmaradó részt a rezsiköltségek képezik. A modell egy adott gazdaság által alkalmazott ágazati technológiákra épül, ezért az arányok meghatározásánál a gazdaság vezetőjével és számviteli munkatársaival elvégzett

mélyinterjúkra támaszkodtam. Ennek alapján a karbantartás és javítás költségein belül a változó költségrészt 85%-ban, az állandó költségek arányát 15%-ban határoztam meg.

- Az egyéb költségeken belül a változó költségek aránya viszonylag alacsony, a gazdaság szakembereivel történt egyeztetések után 20%-kal számoltam.

A számítások elvégzése után a tervezett változó költségek az alábbiak szerint alakultak (4-3. táblázat):

**4-3. táblázat A vizsgált gazdaság változó költségeinek alakulása (2007. év terv)**

Me.: Ft/ha

| Megnevezés                    | Burgonya      | Kukorica      | Napraforgó    | Őszi búza     | Repce        | Zöldborsó     |
|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
| Anyagköltség                  | 433260        | 63734         | 66020         | 61286         | 44032        | 115028        |
| Segédüzemi változó költség    | 314156        | 77686         | 56442         | 48514         | 39900        | 48738         |
| Személyi jellegű költségek    | 16409         | 941           | 704           | 967           | 894          | 1134          |
| <b>Összes változó költség</b> | <b>763824</b> | <b>142361</b> | <b>123166</b> | <b>110767</b> | <b>84826</b> | <b>164901</b> |

Forrás: Saját számítás

- **Fedezeti hozzájárulás**

A fedezeti hozzájárulást a termelési érték és a változó költségek különbözeteként számíthatjuk. A változó költségek előzőekben leírtak szerint végeztem. A termelési érték megadásakor az árbevételt, a kapott támogatásokat és az egyéb bevételeket összegzem. Az árbevétel alapadatait az ágazati technológiák készítésekor már rögzítettem, azaz rendelkezésre áll a hektáronkénti hozam és az értékesítési ár. E kettő szorzataként kapjuk az árbevételt. A kapott támogatások két részből tevődnek össze: területalapú átalány (SAPS) és nemzeti kiegészítő támogatások (TOP UP). A gazdaság növénytermesztési ágazatai közül a burgonyára és a zöldborsóra csak a SAPS-ot veheti igénybe, a többi növény esetén mindkettőre jogosult.

A 4-4. táblázatban ágazatonként tüntettem fel a tervezett fajlagos fedezeti hozzájárulás és fedezeti összeg értékeit. A burgonya fedezeti hozzájárulása a legmagasabb a hat növény közül, közel 400 eFt/ha, azonban a változó költsége többszöröse még a fedezeti hozzájárulását tekintve a sorban követő zöldborsónak is. A további sorrend kukorica (150 eFt/ha), a búza és a repce hasonló fedezeti hozzájárulásokkal bírnak (128 illetve 125 eFt/ha), végül a napraforgónak már 100 eFt/ha alatti értéke van.

**4-4. táblázat Fedezeti hozzájárulás és fedezeti összeg alakulása a vizsgált gazdaságban (2007. év terv)**

Me.: Ft/ha

| Megnevezés                  | Burgonya | Kukorica | Napraforgó | Őszi búza | Repce  | Zöldborsó |
|-----------------------------|----------|----------|------------|-----------|--------|-----------|
| Arbevétel                   | 1140000  | 249200   | 170100     | 197820    | 169000 | 360000    |
| Támogatások (SAPS + TOP UP) | 21553    | 40973    | 40973      | 40973     | 40973  | 21553     |
| Termelési érték             | 1161553  | 290173   | 211073     | 238793    | 209973 | 381553    |
|                             |          |          |            |           |        |           |
| Közvetlen költségek         | 826161   | 171727   | 146053     | 134458    | 103046 | 203943    |
| Változó költségek           | 763824   | 142361   | 123166     | 110767    | 84826  | 164901    |
|                             |          |          |            |           |        |           |
| Fedezeti összeg             | 335391   | 118446   | 65020      | 104335    | 106926 | 177610    |
| Fedezeti hozzájárulás       | 397728   | 147811   | 87906      | 128026    | 125147 | 216652    |

Forrás: Saját számítás

Számomra a modellezés szempontjából a fedezeti hozzájárulásnak van fontos szerepe, mert az ágazatok a lineáris programozási modellben ez alapján versenyeznek.

## **4.2. A VETÉSSZERKEZETET OPTIMALIZÁLÓ LINEÁRIS PROGRAMOZÁSI MODELL**

### **4.2.1. A modell felépítése, érzékenységvizsgálat**

A lineáris programozási modellt a módszertani részben leírt matematikai modell alapján építettem fel Excel táblázatkezelőben. A modell sematikus vázlatát a 4-1. ábra mutatja be. A kiinduló modellben 6 termelési és 4 erőforrás változót szerepeltettem, a mérlegfeltételek száma 88.

| Mérlegfeltételek | Termelési változók | Erőforrás változók                                      |    |            |
|------------------|--------------------|---------------------------------------------------------|----|------------|
| Területi         |                    |                                                         | =  | F          |
| Vetésváltási     |                    |                                                         | <= | $\gamma F$ |
| Munkaerő*        |                    |                                                         | <= | $M_i$      |
| Gépek*           |                    |                                                         | <= | $d_i^n$    |
| Célfüggvény      | FH                 | Munkaerő 0, gépbérlet: többletköltség negatív előjellel | →  | MAX FH!    |

\*időszakonként

Forrás: Saját modell

### **4-1. ábra A vetésszerkezetet optimalizáló LP modell sematikus felépítése**

Az erőforrás változók közül csak azok, és csak arra az időszakra kerültek be a modellbe, amelyekből a gazdaság egyébként is segítségre szorul és gépi bér munkát vagy időszakos munkaerőt vesz igénybe. Így változóként került a modellbe a szakképzetlen munkaerő szeptember hónapra, a John Deere traktor április 2. és 3. dekádjára, valamint a tehergépkocsi a gabona betakarítási időszakra.

Az induló modell teljes egészében a 7. mellékletben tekinthető meg. A modell futtatása, megoldása szerint legnagyobb területen a búzát termesztjük (585 ha), ezt követi a kukorica, a repce, a napraforgó a zöldborsó és a burgonya. Az öntözési lehetőséget csaknem teljes egészében kihasználjuk (245 ha), a repceterület a korlátozó feltételek által megszabott felső határon van. A termelési szerkezettel elérhető fedezeti hozzájárulás 288 eFt (4-5. táblázat). A földterületre teljes művelési kötelezettséget írtunk elő (7. melléklet), ami a jelenlegi erőforrás ellátottság mellett nem kifizetődő, hisz 100 hektáros csökkentés 18300 eFt többlet fedezeti hozzájárulást hozhat. Bár hozzá kell tennünk ez az árnyékár mindössze 10 ha csökkentésig érvényes (4-5. és 4-5. táblázat4-6. táblázat). A vállalkozás vezetői bizonyíthatóan pontos ismeretekkel rendelkeznek az erőforrásaikat tekintve, hisz valamennyi általuk megjelölt erőforrásból hiány jelentkezett, és bér munkát kell igénybe venni.

**4-5. táblázat Az induló LP modell futtatásának néhány eredménye**

| Változók              |        |          | Korlátozó feltételek |                               |              |                            |
|-----------------------|--------|----------|----------------------|-------------------------------|--------------|----------------------------|
| Ágazat                | Me     | Megoldás | Név                  | Tényleges kihasználás (100ha) | Árnyékár eFt | Feltétel jobb oldala 100ha |
| Burgonya              | 100 ha | 1,03     | Burgonya F           | 1,03                          | 0            | 5                          |
| Kukorica              | 100 ha | 4,11     | Kukorica F           | 4,11                          | 0            | 10                         |
| Napraforgó            | 100 ha | 3,59     | Napraforgó F         | 3,59                          | 0            | 4                          |
| Őszi búza             | 100 ha | 5,85     | Őszi búza F          | 5,85                          | 0            | 12                         |
| Repce                 | 100 ha | 4,00     | Repce F              | 4,00                          | 30815        | 4                          |
| Zöldborsó             | 100 ha | 1,42     | Zöldborsó F          | 1,42                          | 0            | 4                          |
| Szlen09/123           | mó     | 1500     | Öntözés F            | 2,45                          | 0            | 2,5                        |
| JD04/2                | mó     | 20       | Vetésterület F       | 20,00                         | -18300       | 20                         |
| JD04/3                | mó     | 55       |                      |                               |              |                            |
| IFA07/23              | mó     | 360      |                      |                               |              |                            |
| Fedezeti hozzájárulás | eFt    | 287713   |                      |                               |              |                            |

Forrás: Saját számítás

A gépi erőforrások közül szűk keresztmetszetként jelentkezik az MTZ júniusban és szeptemberben, valamint a Steiger az őszi munkák idején. (4-6. táblázat). Az árnyékárakat tekintve magasabb jövedelemtermelő képességgel bírnak a Steigerek, ezért

a modellben végrehajtott módosítások is erre irányulnak az érzékenységvizsgálat során. A továbbiakban két lépésben először október hónapra, majd november hónapra is beépítjük a Steiger traktorokat bér munka változóként.

**4-6. táblázat A termelés fontosabb korlátainak értékelése**

| Név                        | Tényleges kihasználás | Árnyékár | Feltétel jobb oldala | Megengedhető növekedés | Megengedhető csökkenés | FH vált. |
|----------------------------|-----------------------|----------|----------------------|------------------------|------------------------|----------|
| MTZ 2007,06/2 (mó)         | 480                   | 22       | 480                  | 15,1                   | 186,0                  | 337,1    |
| MTZ 2007,09/1 2 (mó)       | 960                   | 17       | 960                  | 43,4                   | 150,6                  | 759,8    |
| Steiger 2006,10/1 2 3 (mó) | 1080                  | 225      | 1080                 | 11,5                   | 12,6                   | 2589,7   |
| Steiger 2006,11/1 23 (mó)  | 1080                  | 236      | 1080                 | 11,8                   | 12,9                   | 2783,2   |
| Vetésterület (100 ha)      | 20,00                 | -18300   | 20                   | 0,093                  | 0,085                  |          |

Forrás: Saját számítás

Az érzékenységvizsgálat első lépésének eredményei az október hónapra beépített Steiger bér munka változóra a 4-7. táblázatban találhatók.

**4-7. táblázat Az érzékenységvizsgálat első lépésének eredményei**

**Változók**

| Ágazat                | Me     | Megoldás |
|-----------------------|--------|----------|
| Burgonya              | 100 ha | 1,13     |
| Kukorica              | 100 ha | 4,22     |
| Napraforgó            | 100 ha | 2,68     |
| Őszi búza             | 100 ha | 6,60     |
| Repce                 | 100 ha | 4,00     |
| Zöldborsó             | 100 ha | 1,37     |
| Szlen09/123           | mó     | 1728,6   |
| Steig10/123           | mó     | 28,4     |
| JD04/2                | mó     | 0,0      |
| JD04/3                | mó     | 9,2      |
| IFA07/23              | mó     | 508,9    |
| Fedezeti hozzájárulás | eFt    | 293390,4 |

**Korlátozó feltételek**

| Név            | Tényleges kihasználás (100 ha) | Árnyékár (eFt) | Feltétel jobb oldala (100 ha) |
|----------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------|
| Burgonya F     | 1,13                           | 0              | 5                             |
| Kukorica F     | 4,22                           | 0              | 10                            |
| Napraforgó F   | 2,68                           | 0              | 4                             |
| Őszi búza F    | 6,60                           | 0              | 12                            |
| Repce F        | 4,00                           | 8495           | 4                             |
| Zöldborsó F    | 1,37                           | 0              | 4                             |
| Öntözés F      | 2,50                           | 7011           | 2,5                           |
| Vetésterület F | 20                             | 4020           | 20                            |

Forrás: Saját számítás

A változtatások eredményeként a fedezeti hozzájárulás 5,6 millió forinttal nőtt. A termelési szerkezeten belül csak a repce terület maradt változatlan, a burgonya, a kukorica és a búza részaránya nőtt, a napraforgóé és a zöldborsóé csökkent. A Steigerből bér munkát kell igénybe venni októberben, viszont ebben az összetételben a JD bér munka április második dekádjára kikerült a programból. Most már a teljes öntözhető területet kihasználjuk, és a vetésterületi korlátra vonatkozó árnyékár is pozitív.

Az érzékenységvizsgálatban ezután a Steigert novemberben is versenyeztetjük bér munkaváltozóként. A változásokat a 4-8. táblázat szemlélteti.

**4-8. táblázat Az érzékenységvizsgálat második lépésének eredményei**

| Változók              |        |          | Korlátozó feltételek |                                |                |                               |
|-----------------------|--------|----------|----------------------|--------------------------------|----------------|-------------------------------|
| Ágazat                | Me     | Megoldás | Név                  | Tényleges kihasználás (100 ha) | Árnyékár (eFt) | Feltétel jobb oldala (100 ha) |
| Burgonya              | 100 ha | 1,18     | Burgonya F           | 1,18                           | 0              | 5,0                           |
| Kukorica              | 100 ha | 5,54     | Kukorica F           | 5,54                           | 0              | 10,0                          |
| Napraforgó            | 100 ha | 2,27     | Napraforgó F         | 2,27                           | 0              | 4,0                           |
| Őszi búza             | 100 ha | 5,69     | Őszi búza F          | 5,69                           | 0              | 12,0                          |
| Repce                 | 100 ha | 4,00     | Repce F              | 4,00                           | 3837,97626     | 4,0                           |
| Zöldborsó             | 100 ha | 1,32     | Zöldborsó F          | 1,32                           | 0              | 4,0                           |
| Szlen09/123           | mó     | 1829,83  | Öntözés F            | 2,5                            | 8179,78739     | 2,5                           |
| Steig10/123           | mó     | 0,00     | Vetésterület F       | 20,00                          | 5650           | 20                            |
| Steig11/123           | mó     | 172,40   |                      |                                |                |                               |
| JD04/2                | mó     | 0,00     |                      |                                |                |                               |
| JD04/3                | mó     | 62,63    |                      |                                |                |                               |
| IFA07/23              | mó     | 328,81   |                      |                                |                |                               |
| Fedezeti hozzájárulás | eFt    | 297537   |                      |                                |                |                               |

Forrás: Saját számítás

A változtatások eredményeként több, mint 4 millió forinttal több lett a fedezeti hozzájárulás, a burgonya és kukorica részaránya nőtt, viszont a búzánál jelentős visszaesés figyelhető meg. Az új erőforrás változó kiszorította az októberi Steiger bér munkát a programból.

#### 4.2.2. A kockázat vizsgálata

Az LP modell determinisztikus modell, ezért gyakori vélemény, hogy alkalmazásával nem vehető figyelembe a kockázat. Ez, ha szigorúan vesszük így is van, azonban az LP modellben szereplő tevékenységek árnyékárainak elemzése árnyaltabbá teheti a képet. A Solver futtatása után a termelési változókra vonatkoztatva az alábbi szerkezetű érzékenységmentést kapjuk (4-9. táblázat):

**4-9. táblázat A termelési változókra vonatkozó érzékenységmentés**

| Ágazat     | Megoldás | Tevékenység árnyékára | Célfüggvény koefficiens | Megengedhető növekedés | Megengedhető csökkenés |
|------------|----------|-----------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Burgonya   | 1,03     | 0,00                  | 39773                   | 1E+30                  | 14563                  |
| Kukorica   | 4,11     | 0,00                  | 14781                   | 7011,5                 | 26751                  |
| Napraforgó | 3,59     | 0,00                  | 8791                    | 6973,3                 | 6760                   |
| Őszi búza  | 5,85     | 0,00                  | 12803                   | 11450,1                | 8515                   |
| Repce      | 4,00     | 0,00                  | 12515                   | 1E+30                  | 30815                  |
| Zöldborsó  | 1,42     | 0,00                  | 21665                   | 185578                 | 7011                   |

Forrás: Saját számítás

A megoldás oszlop a programvektort jelenti, a második oszlopban találhatók a tevékenységek árnyékai, a harmadikban az általunk megadott célfüggvény érték. A megengedhető növekedés, illetve csökkenés oszlop a célfüggvény koefficienshez kapcsolható. Segítségükkel meghatározható egy olyan célfüggvény együttható intervallum – ebben az esetben fedezeti hozzájárulás intervallum –, amelyen belül változtatva a célfüggvény együttható értékeit a programvektor változatlan marad. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a termelési szerkezetünkön csak akkor célszerű változtatni, azaz újrafuttatni az új paraméterekkel a modellt, ha a változás a számított alsó és felső határértékeket meghaladja. Egyéb esetben **nem kell megváltoztatni a termelési szerkezetet, mert az adott erőforrásokat véve még mindig így érhetjük el a legmagasabb jövedelmet**. Kockázat szempontjából leginkább az alsó határérték fontos számunkra, mert drasztikus jövedelem csökkenéstől mentesítheti a vállalkozást. A 4-10. táblázatban az általam lefuttatott három variáns határértékeit hasonlítottam össze. Jól látható, hogy az alapvariáns a legkevésbé érzékeny a negatív irányú jövedelemváltozásokra – három növénynél is, a kukoricánál, a búzánál és a napraforgónál is itt a legalacsonyabbak az alsó határértékek –, azonban ne feledjük, hogyha ezt választjuk közel 10 millió forintról eleve lemondunk.

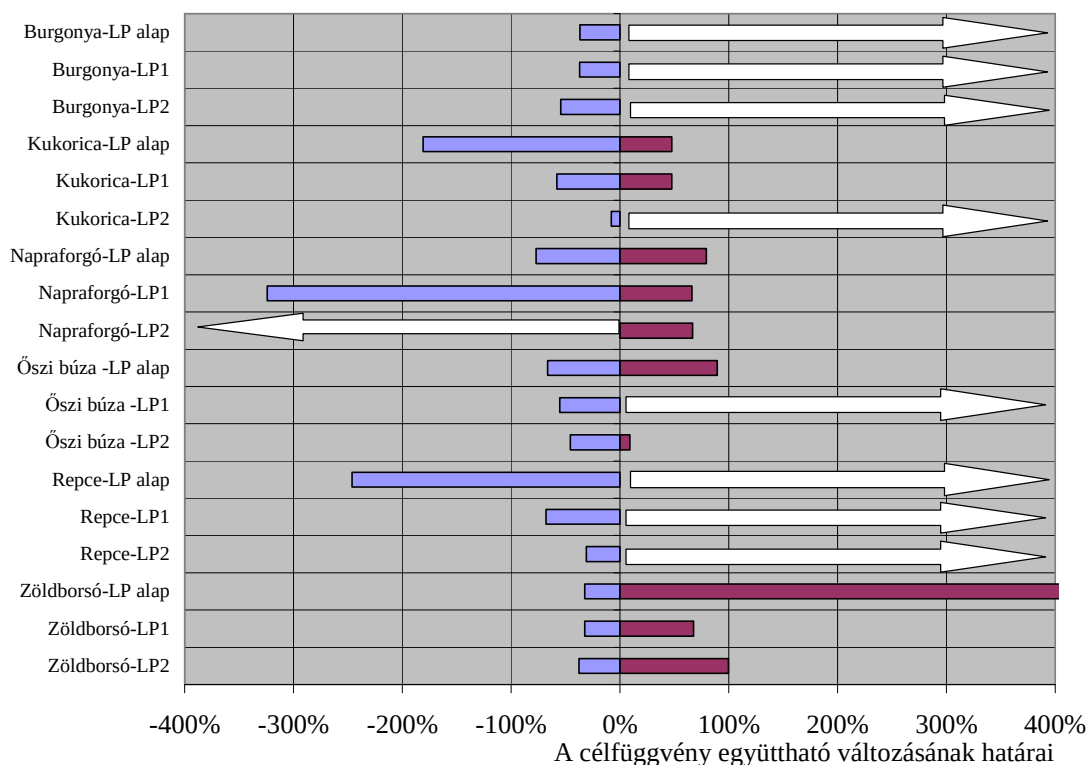
**4-10. táblázat Az ágazatonkénti fedezeti hozzájárulások határai az optimális termelési szerkezet változatlansága mellett**

Me.: eFt/ha

| Ágazat     | LP alap    |             | LP 1       |             | LP 2       |             |
|------------|------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|
|            | Alsó határ | Felső határ | Alsó határ | Felső határ | Alsó határ | Felső határ |
| Burgonya   | 25210      | ∞           | 25083      | ∞           | 18150      | ∞           |
| Kukorica   | -11970     | 21793       | 6209       | 21793       | 13613      | ∞           |
| Napraforgó | 2030       | 15764       | -19711     | 14608       | -∞         | 14645       |
| Őszi búza  | 4288       | 24253       | 5699       | ∞           | 6948       | 13971       |
| Repce      | -18300     | ∞           | 4020       | ∞           | 8677       | ∞           |
| Zöldborsó  | 14654      | 207243      | 14654      | 36355       | 13485      | 43288       |

Forrás: Saját számítás

Még szemléletesebb képet kaphatunk az egyes változatok, illetve változók érzékenységről, ha a célfüggvény együtthatóhoz viszonyított lehetséges relatív változásokat ábrázoljuk (4-2. ábra).



**4-2. ábra A versenyeztetett ágazatok fedezeti hozzájárulás érzékenysége a különböző modellvariánsokban\***

\*a nyilak azt jelképezik, hogy a fedezeti hozzájárulás korlátlan növekedése vagy csökkenése esetén sem változik meg a termelési szerkezet

Forrás: Saját számítás

A modellek nemcsak a gazdasági év megkezdése előtt futtathatók, hanem amíg ki nem alakult a végleges termelési szerkezet, az igényeknek, a gazdasági és az időjárási helyzetnek megfelelően a paraméterek aktualizálhatók. Természetesen a már elvetett növények egyenlőségi korláttal szerepelnek a modellben, azonban a maradék területen továbbra is verseny folyik az ágazatok között az erőforrásokért.

### 4.3. MOTAD MODELL

Bármilyen sok információt is nyerhetünk a lineáris programozási modellek segítségével, a döntéshozó számára nem kínálunk fel a saját hasznosságához, kockázatvállalási

hajlamához leginkább illeszkedő tervvariánsokat. Ezt a kockázatprogramozási modellek alkalmazásával tehetjük meg.

#### 4.3.1. A MOTAD modell alapadatai

A modell a lineáris programozási modellre épül, így a technológiai mátrix, az erőforrások és a fedezeti hozzájárulás adatok megegyeznek. A 2.3. alfejezetben a 2.15 mérlegfeltételben bemutatott fedezeti hozzájárulás eltérésmátrixot az előzőekben bemutatott gazdaság idősoros adatai alapján készítettem el (8. melléklet). Az elemzést elvégeztem úgy, hogy először figyelembe vettem a kapott támogatásokat, majd támogatások figyelembe vétele nélkül is. Ezzel azt kívántam vizsgálni, hogy a támogatások milyen módon befolyásolhatják a gazdálkodók döntéseit. A fedezeti hozzájárulások deflálásához a fogyasztói árindexet használtam (4-11. táblázat).

**4-11. táblázat A fogyasztói árindexek alakulása**

| 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  | 2006  |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1,092 | 1,053 | 1,047 | 1,068 | 1,036 | 1,039 |

Forrás: KSH STADAT

A támogatások jelentősen befolyásolhatják egy ágazat gazdasági megítélését, de kockázat szempontjából is igen fontosak lehetnek. A 4-12. táblázatban támogatással a 4-13. táblázatban támogatás nélkül tüntettem fel az inflációval korrigált fedezeti hozzájárulásokat. Megállapítható, hogy a támogatások kisimítják a fedezeti hozzájárulás ingadozásait. A relatív szórások minden ágazat esetében csökkentek. Különösen szembetűnő ez a napraforgó esetében, ahol a relatív szórás 52 százalékról 33 százalékra mérséklődött. A legkisebb csökkenés a búzánál figyelhető meg, kevesebb, mint 2 százalék.

**4-12. táblázat A fogyasztói árindexszel végzett korrekció utáni fedezeti hozzájárulások, támogatás mellett**

Me.: Ft/ha

|        | Burgonya | Búza   | Kukorica | Napraforgó | Repce  | Zöldborsó |
|--------|----------|--------|----------|------------|--------|-----------|
| 2001   | 218094   | 91249  | 117591   | 66360      | 106459 | 286874    |
| 2002   | -4041    | 34339  | 43638    | 103446     | 33218  | 266071    |
| 2003   | 292380   | 93865  | 16688    | 59234      | 16969  | 159985    |
| 2004   | 396319   | 162203 | 208932   | 124859     | 130291 | 251863    |
| 2005   | -25433   | 93478  | 121472   | 72904      | 92751  | 223636    |
| 2006   | 431587   | 106887 | 119300   | 61112      | 107015 | 213742    |
| Átlag  | 218151   | 97004  | 104604   | 81319      | 81117  | 233695    |
| Szórás | 195710   | 40819  | 67823    | 26743      | 45333  | 45030     |
| CV     | 0,897    | 0,421  | 0,648    | 0,329      | 0,559  | 0,193     |

Forrás: Saját számítás

**4-13. táblázat A fogyasztói árindexszel végzett korrekció utáni fedezeti hozzájárulások, támogatás nélküli esetben**

Me.: Ft/ha

|        | Burgonya | Búza   | Kukorica | Napraforgó | Repce | Zöldborsó |
|--------|----------|--------|----------|------------|-------|-----------|
| 2001   | 209942   | 83097  | 109439   | 58208      | 98307 | 278722    |
| 2002   | -11507   | 26874  | 36172    | 95980      | 25753 | 258605    |
| 2003   | 283692   | 78690  | 1513     | 44058      | 1794  | 144809    |
| 2004   | 383547   | 119162 | 165892   | 81818      | 87250 | 208822    |
| 2005   | -44956   | 52556  | 80550    | 31982      | 51829 | 182714    |
| 2006   | 412387   | 66687  | 79100    | 20912      | 66815 | 173542    |
| Átlag  | 205517   | 71178  | 78778    | 55493      | 55291 | 207869    |
| Szórás | 195170   | 31083  | 57127    | 29048      | 36745 | 51735     |
| CV     | 0,950    | 0,437  | 0,725    | 0,523      | 0,665 | 0,249     |

Forrás: Saját számítás

A korrigált fedezeti hozzájárulás táblázatok alapján készültek el az eltérés mátrixok (4-14. táblázat, illetve 4-15. táblázat).

**4-14. táblázat Az átlagtól vett fedezeti hozzájárulás eltérések (támogatással)**

Me.: eFt/100 ha

|      | Burgonya | Búza  | Kukorica | Napraforgó | Repce | Zöldborsó |
|------|----------|-------|----------|------------|-------|-----------|
| 2001 | -6       | -575  | 1299     | -1496      | 2534  | 5318      |
| 2002 | -22219   | -6266 | -6097    | 2213       | -4790 | 3238      |
| 2003 | 7423     | -314  | -8792    | -2209      | -6415 | -7371     |
| 2004 | 17817    | 6520  | 10433    | 4354       | 4917  | 1817      |
| 2005 | -24358   | -353  | 1687     | -842       | 1163  | -1006     |
| 2006 | 21344    | 988   | 1470     | -2021      | 2590  | -1995     |

Forrás: Saját számítás

**4-15. táblázat Az átlagtól vett fedezeti hozzájárulás eltérések (támogatás nélkül)**

Me.: eFt/100 ha

|      | Burgonya | Búza  | Kukorica | Napraforgó | Repce | Zöldborsó |
|------|----------|-------|----------|------------|-------|-----------|
| 2001 | 442      | 1192  | 3066     | 272        | 4302  | 7085      |
| 2002 | -21702   | -4430 | -4261    | 4049       | -2954 | 5074      |
| 2003 | 7817     | 751   | -7726    | -1144      | -5350 | -6306     |
| 2004 | 17803    | 4798  | 8711     | 2633       | 3196  | 95        |
| 2005 | -25047   | -1862 | 177      | -2351      | -346  | -2515     |
| 2006 | 20687    | -449  | 32       | -3458      | 1152  | -3433     |

Forrás: Saját számítás

#### 4.3.2. A modell felépítése, az eredmények értékelése

A MOTAD modellt a módszertani fejezetben leírt matematikai modell alapján állítottam össze. A lineáris programozási modellhez képest még 6 új változó található benne (ezek a 6 évi negatív irányú eltérések), a mérlegfeltételek száma héttel nőtt, 6 a környezeti állapotokat reprezentáló hat évre vonatkozik, egy a fedezeti hozzájárulás paraméterezésére szolgál. A célfüggvényben az átlagtól vett negatív irányú eltérések összegét minimalizálom. A modellt vázlatosan a 4-3. ábra mutatja be, részletes felépítése a 9. mellékletben látható.

A modellsorozat futtatása során az LP modell második lépésben elvégzett érzékenységvizsgálata során készített modellből indultam ki (4.2.1 alfejezet). E modell futtatása után a maximális fedezeti hozzájárulás 297 millió forint volt. Az 1. variánsban ehhez az értékhez kerestem meg a átlagtól vett negatív irányú eltérések összegét. A 2. variánsban 295 millióra állítottam be a fedezeti hozzájárulás paraméter értékét, majd az ezt követő modellekben 5 millió forintos léptékben egyre kisebb jövedelmet adtam meg a fedezeti hozzájárulás mérlegfeltételben egyenlőségként. A futtatásokat 260 millió forintig végeztem, így összesen kilenc variánst kaptam. A modellek megoldása a paraméterezett jövedelemértékekhez megadta azt a termelési szerkezet, ahol a MOTAD modell célfüggvénye, az átlagtól negatív irányú eltérések összege, minimumot vesz fel. A számításokat elvégeztem támogatással és támogatás nélkül kalkulált fedezeti hozzájárulásokkal is. Az eredmények a 4-16., illetve a 4-17. táblázatokban láthatók.

| Mérlegfeltételek     | Termelési változók | Erőforrás változók                                  | Eltérés változók              |                                     |
|----------------------|--------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|
| Területi             |                    |                                                     |                               | = F                                 |
| Vetésváltási         |                    |                                                     |                               | <= $\gamma F$                       |
| Munkaerő*            |                    |                                                     |                               | <= $M_i$                            |
| Gépek*               |                    |                                                     |                               | <= $d_i^h$                          |
|                      |                    |                                                     |                               |                                     |
| Eltérések            | Eltérés mátrix     |                                                     | Egység mátrix                 | >= 0                                |
|                      |                    |                                                     |                               |                                     |
| Fedezeti hozzájárulá | FH                 | Munkaerő 0,<br>gépbérlet:<br>többletköltség negatív |                               | = $\lambda$                         |
| MOTAD                |                    |                                                     | Minden eltérés<br>változóra 1 | $\sum_{h=1}^s y_h \Rightarrow MIN!$ |

#### 4-3. ábra A MOTAD modell sematikus felépítése

Forrás: Saját modell

4-16. táblázat A MOTAD modellsorozat eredményei (támogatással)

| Megnevezés  | ME         | 1. var. | 2. var. | 3. var. | 4. var. | 5. var. | 6. var. | 7. var. | 8. var. | 9. var. |
|-------------|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Burgonya    | 100 hektár | 1,18    | 1,11    | 0,93    | 0,78    | 0,62    | 0,46    | 0,30    | 0,15    | 0,05    |
| Kukorica    |            | 5,54    | 4,57    | 4,51    | 4,51    | 4,51    | 4,51    | 4,51    | 4,51    | 5,04    |
| Napraforgó  |            | 2,27    | 2,33    | 2,51    | 2,67    | 2,83    | 2,99    | 3,14    | 3,30    | 4,00    |
| Őszi búza   |            | 5,69    | 6,60    | 6,60    | 6,60    | 6,60    | 6,60    | 6,60    | 6,60    | 6,60    |
| Repcse      |            | 4,00    | 4,00    | 4,00    | 4,00    | 4,00    | 4,00    | 4,00    | 4,00    | 2,87    |
| Zöldborsó   |            | 1,32    | 1,39    | 1,45    | 1,45    | 1,45    | 1,45    | 1,45    | 1,45    | 1,43    |
| Szlen09/123 | Műszakóra  | 1830    | 1681    | 1268    | 899     | 534     | 168     |         |         |         |
| Steig10/123 |            |         | 1       | 15      | 28      | 41      | 53      | 66      | 79      | 134     |
| Steig11/123 |            | 173     | 36      | 7       |         |         |         |         |         | 24      |
| JD04/2      |            |         |         |         |         |         | 3       | 14      | 25      | 74      |
| JD04/3      |            | 63      | 10      | 13      | 17      | 21      | 25      | 29      | 33      | 101     |
| IFA07/23    |            | 329     | 509     | 509     | 509     | 509     | 509     | 509     | 509     | 509     |
| FH          | eFt        | 297530  | 295000  | 290000  | 285000  | 280000  | 275000  | 270000  | 265000  | 260000  |
| M           |            | 166162  | 158847  | 154131  | 149991  | 145907  | 141821  | 137731  | 133646  | 131598  |

Forrás: Saját számítás

A termelési szerkezetben hasonló tendenciájú változások figyelhetők meg támogatott és nem támogatott esetben, azonban a változás mértékében lényeges különbségek figyelhetők meg. A burgonya részarányának csökkenése támogatott esetben sokkal nagyobb ütemű. A kukorica területe a kevésbé kockázatos jövedelemszinteken nem támogatott esetben mindig kisebb. A napraforgó tényerése nem támogatott esetben lényegesen nagyobb és az 5. variánsnál eléri a vetésterületi korlátot. Az őszi búza, a repce és a zöldborsó esetén szinte azonos értékek ismétlődnek mindkét esetben.

**4-17. táblázat A MOTAD modellsorozat eredményei (támogatás nélkül)**

| Megnevezés  | ME         | 1. var.  | 2. var. | 3. var. | 4. var. | 5. var. | 6. var. | 7. var. | 8. var. | 9. var. |
|-------------|------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Burgonya    | 100 hektár | 1,18     | 1,15    | 1,07    | 1,03    | 0,93    | 0,73    | 0,53    | 0,33    | 0,02    |
| Kukorica    |            | 5,54     | 4,44    | 4,15    | 3,37    | 3,14    | 3,33    | 3,52    | 3,72    | 4,02    |
| Napraforgó  |            | 2,27     | 2,47    | 3,13    | 3,62    | 4,00    | 4,00    | 4,00    | 4,00    | 4,00    |
| Őszi búza   |            | 5,69     | 6,60    | 6,60    | 6,60    | 6,60    | 6,60    | 6,60    | 6,60    | 6,60    |
| Repce       |            | 4,00     | 4,00    | 3,62    | 3,96    | 3,93    | 3,93    | 3,93    | 3,93    | 3,93    |
| Zöldborsó   |            | 1,32     | 1,35    | 1,43    | 1,42    | 1,41    | 1,41    | 1,42    | 1,42    | 1,43    |
| Szlen09/123 | Műszakóra  | 1830     | 1781    | 1596    | 1494    | 1261    | 797     | 332     |         |         |
| Steig10/123 |            |          | 11      | 65      | 104     | 134     | 135     | 135     | 135     | 1       |
| Steig11/123 |            | 173      | 25      |         |         |         |         |         |         |         |
| JD04/2      |            |          |         | 13      | 47      | 74      | 74      | 74      | 75      | 1       |
| JD04/3      |            | 63       | 10      | 32      | 13      | 18      | 23      | 28      | 33      | 1       |
| IFA07/23    |            | 329      | 508     | 509     | 509     | 509     | 509     | 509     | 509     | 3       |
| FH          | eFt        | 297529,8 | 295000  | 290000  | 285000  | 280000  | 275000  | 270000  | 265000  | 260000  |
| M           |            | 181061   | 172208  | 162202  | 154086  | 146871  | 143288  | 141968  | 140649  | 138594  |

Forrás: Saját számítás

A MOTAD modell célfüggvényértékei, azaz a termelés kockázata – mint ahogyan az várható volt –, a támogatás nélküli sorozatban magasabbak. A MOTAD modellsorozat megoldásakor kapott tervek az E-M efficiens határon lévő tervek, vagyis az egyes jövedelmekhez más lehetséges megoldások is lehetnek, de ezeknél az M' értéke, azaz a kockázat minden esetben magasabb. A variánsok értékelésénél fontos szempont, hogy ha 1 százalék fedezeti hozzájárulásról lemondunk, hány százalékkal csökken a kockázat, azaz meg kell határozni a  $\frac{\Delta M / M}{\Delta FH / H}$  relatív változási arányokat (elaszticitásokat) (4-18.

táblázat). Más szempontból megközelítve, de elvégezhető a lehetséges tervkiválasztás az E-M efficiens határgörbével is (4-4. ábra).

Az eredményeket értékelve megállapítható, hogy a maximális jövedelmet hozó 1. variánst támogatott és támogatás nélküli esetben sem érdemes választani, még kockázatvállaló szemlélet esetén sem. Az első és a második variáns közötti fedezeti hozzájárulás különbség mindössze 2,5 millió forint (0,9%), és ebben a szakaszban támogatás esetén 4,4%, támogatás nélkül csaknem 5% kockázatcsökkenés figyelhető meg, azaz 5,178%, illetve 5,751% kockázatcsökkenés jut minden fedezeti hozzájárulás százalék csökkenésre. Egy kockázatkedvelő döntéshozó a két változat közül 2. variánst választaná. A további változatoknál minél több jövedelemről mondunk le, annál kisebb lesz a kockázati érték. A  $\frac{\Delta M / M}{\Delta FH / H}$  relatív változási arányokat vizsgálva megállapítható, hogy a nagyobb jövedelemáldozati sávokban a kockázatcsökkenés „hatékonysága”

csökken. Támogatás esetén a 295 290 MFt fedezeti hozzájárulás sávjában a  $\frac{\Delta M / M}{\Delta FH / H}$  értéke hirtelen csökken, majd egy lassúbb ütemű csökkenés következik be, ezzel szemben támogatás nélkül egy állandóbb jellegű, de összességében hasonló mértékű csökkenés figyelhető meg. Függetlenül attól, hogy támogatott vagy támogatás nélküli helyzetet vizsgálunk, a kockázatkörül döntéshozók valószínűleg az alacsonyabb jövedelemszintű, kisebb kockázatú variánsok közül választanak. A túl alacsony jövedelmet biztosító változatok kiválasztásának esélye viszont csekély, mert kicsi a realitása, hogy a döntéshozó hajlandó lemondani 10% feletti jövedelemről.

**4-18. táblázat A kockázat alakulása az elvárt fedezeti hozzájárulás csökkentések után**

| Variánsok | Fedezeti hozzájárulás | $\Delta FH / FH$ | Támogatással    |                |                                 | Támogatás nélkül |                |                                 |
|-----------|-----------------------|------------------|-----------------|----------------|---------------------------------|------------------|----------------|---------------------------------|
|           |                       |                  | Kockázati érték | $\Delta M / M$ | $\Delta M / M : \Delta FH / FH$ | Kockázati érték  | $\Delta M / M$ | $\Delta M / M : \Delta FH / FH$ |
| 1. var.   | 297530                | 0,0%             | 166162          | 0,0%           |                                 | 181061           | 0,0%           |                                 |
| 2. var.   | 295000                | 0,9%             | 158847          | 4,4%           | 5,178                           | 172208           | 4,9%           | 5,751                           |
| 3. var.   | 290000                | 2,5%             | 154131          | 7,2%           | 2,861                           | 162202           | 10,4%          | 4,116                           |
| 4. var.   | 285000                | 4,2%             | 149991          | 9,7%           | 2,311                           | 154086           | 14,9%          | 3,538                           |
| 5. var.   | 280000                | 5,9%             | 145907          | 12,2%          | 2,069                           | 146871           | 18,9%          | 3,205                           |
| 6. var.   | 275000                | 7,6%             | 141821          | 14,6%          | 1,935                           | 143288           | 20,9%          | 2,755                           |
| 7. var.   | 270000                | 9,3%             | 137731          | 17,1%          | 1,849                           | 141246           | 22,0%          | 2,377                           |
| 8. var.   | 265000                | 10,9%            | 133646          | 19,6%          | 1,790                           | 139920           | 22,7%          | 2,078                           |
| 9. var.   | 260000                | 12,6%            | 131598          | 20,8%          | 1,649                           | 138594           | 23,5%          | 1,859                           |

$\Delta FH / FH$ : A fedezeti hozzájárulás csökkenése az 1. variánshoz képest

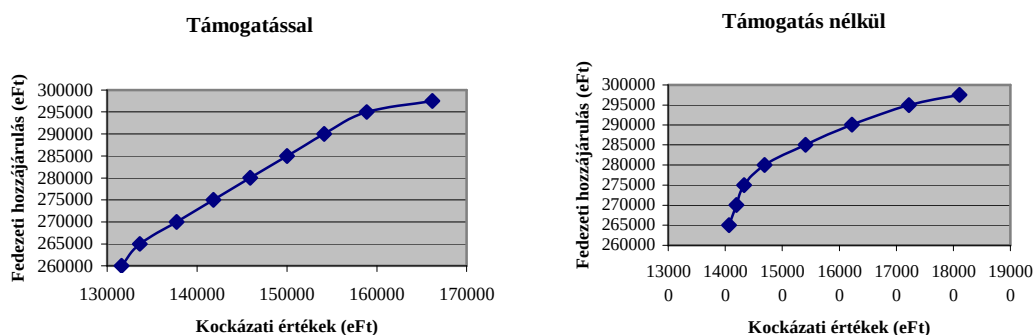
$\Delta M / M$ : A kockázat csökkenése az 1. variánshoz képest

$\Delta M / M : \Delta FH / FH$ : Egységnyi jövedelemáldozatra eső kockázatcsökkenés

Forrás: Saját számítás

Az E-M efficiens határgörbe (4-4. ábra) szemléletesen mutatja be számunkra, hogy egységnyi kockázati érték növekedés hatására, hogyan változik a fedezeti hozzájárulás. Kockázat szempontjából tehát azok a pontok érdekesek számunkra, ahol változik, kisebb lesz a meredekség, hisz ezektől a helyektől egységnyi kockázat csökkenéshez kisebb jövedelemáldozatra van szükség. Támogatásnál két jelentősebb meredekség változás figyelhető meg: 265 MFt-nál és 290 MFt-nál. Ugyanez támogatás nélküli esetben 280 MFt-nál és 290 MFt-nál jelentkezik. A 290 MFt-os határról már korábban volt szó a 4.18. táblázat eredményeinek elemzésekor. A támogatott esetben megfigyelhető 265 MFt, és a támogatás nélküli esetben megfigyelhető 280 MFt olyan kritikus fedezeti hozzájárulásnak tekinthető, amelynél alacsonyabbat még egy szigorúan kockázattellenes döntéshozó sem fogad el, mert a további jövedelemáldozat arányaiban túlságosan kevés kockázatcsökkenéssel jár. Mindez arra enged következtetni, hogy a

kockázattellenes döntéshozók támogatás esetén gyakrabban választhatnak alacsony várható értékű terveket, ami hosszú távon a versenyképességet rontja.



**4-4. ábra E-M efficiens határgörbék**

Forrás: Saját számítás

#### **4.4. KVADRATIKUS (PORTFÓLIÓ) MODELL**

Az egyik legismertebb NLP alkalmazás, 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. Ezt a leggyakrabban pénzügyi területen alkalmazott modellt alkalmazom ebben a fejezetben.

##### **4.4.1. A kvadratikus modell alapadatai**

A vizsgálatokat a MOTAD modellhez hasonlóan támogatás és támogatás nélküli helyzetben is elvégeztem.

A modellezés során első lépésben a kovariancia mátrixokat kell képezni. A mátrixok elemeit a 4-12. táblázatban és a 4-13. táblázatban közölt inflációval korrigált fedezeti hozzájárulások adják. A kovariancia mátrixok a 4-19. táblázat és 4-20. táblázatokban

találhatók. A mátrix átlójában az ágazatok varianciái, a többi helyen az ágazatok közötti kovariancia értékek helyezkednek el.

**4-19. táblázat A kovariancia mátrix támogatás nélküli esetben**

Me.: MFt/100 ha

|            | Burgonya  | Búza     | Kukorica | Napraforgó | Repce   | Zöldborsó |
|------------|-----------|----------|----------|------------|---------|-----------|
| Burgonya   | 3 174 284 | 375 552  | 307 893  | - 104 114  | 189 323 | - 270 968 |
| Búza       | 375 552   | 80 514   | 96 972   | 151        | 49 430  | - 20 145  |
| Kukorica   | 307 893   | 96 972   | 271 955  | 24 705     | 158 209 | 81 842    |
| Napraforgó | - 104 114 | 151      | 24 705   | 70 316     | 947     | 79 520    |
| Repce      | 189 323   | 49 430   | 158 209  | 947        | 112 517 | 77 411    |
| Zöldborsó  | - 270 968 | - 20 145 | 81 842   | 79 520     | 77 411  | 223 046   |

Forrás: Saját számítás

**4-20. táblázat A kovariancia mátrix támogatás esetén**

Me.: MFt/100 ha

|            | Burgonya  | Búza     | Kukorica | Napraforgó | Repce   | Zöldborsó |
|------------|-----------|----------|----------|------------|---------|-----------|
| Burgonya   | 3 191 854 | 471 263  | 410 591  | - 17 678   | 288 908 | - 187 328 |
| Búza       | 471 263   | 138 848  | 181 825  | 23 959     | 107 968 | - 18 011  |
| Kukorica   | 410 591   | 181 825  | 383 327  | 75 033     | 243 267 | 110 494   |
| Napraforgó | - 17 678  | 23 959   | 75 033   | 59 600     | 24 960  | 47 128    |
| Repce      | 288 908   | 107 968  | 243 267  | 24 960     | 171 260 | 79 748    |
| Zöldborsó  | - 187 328 | - 18 011 | 110 494  | 47 128     | 79 748  | 168 979   |

Forrás: Saját számítás

#### **4.4.2. A modell felépítése, az eredmények értékelése**

A modell változóinak száma megegyezik az LP modell változóinak a számával, egy kiegészítő mérlegfeltétel van, ami a fedezeti hozzájárulás paraméterezését szolgálja. A célfüggvényben a variancia minimalizálását írtam elő. A modell vázlatos felépítése a 4-5. ábrán tekinthető meg, részletesen 10. mellékleten látható.

A kiinduló alapmodellem most is az LP érzékenységvizsgálat 2. variánsa. Természetesen a kvadrátikus célfüggvény miatt nemlineáris problémaként definiáltam a modellt. A jövedelemszintek beállításánál a MOTAD modellnél leírtak szerint jártam el. Első esetben az elérhető maximális jövedelemhez határoztam meg a varianciát, ezt követően a jövedelem egyenlőségi korlátként szerepel, és a célfüggvényben a variancia minimumát kerestem.

| Mérlegfeltételek      | Termelési változók | Erőforrás változók                                      |    |            |
|-----------------------|--------------------|---------------------------------------------------------|----|------------|
| Területi              |                    |                                                         | =  | F          |
| Vetésváltási          |                    |                                                         | <= | $\gamma F$ |
| Munkaerő*             |                    |                                                         | <= | $M_i$      |
| Gépek*                |                    |                                                         | <= | $d_i^h$    |
|                       |                    |                                                         |    |            |
| Fedezeti hozzájárulás | Fajlagos FH        | Munkaerő 0, gépbérlet: többletköltség negatív előjellel | =  | $\lambda$  |
| V                     | Kovariancia mátrix | $V = x^T C x \Rightarrow MIN!$                          |    |            |

#### 4-5. ábra Az E-V modell sematikus felépítése

Forrás: Saját modell

A modellek megoldása után megállapítható, hogy a kvadratikus modell esetén a termelési szerkezetben csak mérsékelt különbségek jelentkeznek a támogatott és nem támogatott esetek között. Csak a 295 Mft jövedelemszintnél (2. variáns) tapasztalható eltérés, a többi esetben a termelési szerkezet megegyezik mindegyik variánsnál (4-21. táblázat és 4-22. táblázat).

#### 4-21. táblázat A kvadratikus modell futtatásának eredményei (támogatások nélkül)

| Megnevezés  | 1. var.  | 2. var.  | 3. var.  | 4. var.  | 5. var.  | 6. var.  |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Burgonya    | 1,18     | 1,15     | 0,93     | 0,78     | 0,62     | 0,46     |
| Kukorica    | 5,54     | 4,97     | 4,51     | 4,51     | 4,51     | 4,51     |
| Napraforgó  | 2,27     | 2,56     | 2,51     | 2,67     | 2,83     | 2,99     |
| Őszi búza   | 5,69     | 6,46     | 6,60     | 6,60     | 6,60     | 6,60     |
| Repce       | 4,00     | 3,51     | 4,00     | 4,00     | 4,00     | 4,00     |
| Zöldborsó   | 1,32     | 1,35     | 1,45     | 1,45     | 1,45     | 1,45     |
| Szlen09/123 | 1830     | 1757     | 1268     | 899      | 533      | 168      |
| Steig10/123 | 0        | 0        | 15       | 28       | 41       | 53       |
| Steig11/123 | 172      | 100      | 7        | 0        | 0        | 0        |
| JD04/2      | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 2        |
| JD04/3      | 63       | 46       | 12       | 16       | 20       | 24       |
| IFA07/23    | 329      | 481      | 509      | 509      | 509      | 509      |
| V           | 29222341 | 28226724 | 26241434 | 25425576 | 24759556 | 24233931 |
| FH          | 297537   | 295000   | 290000   | 285000   | 280000   | 275000   |

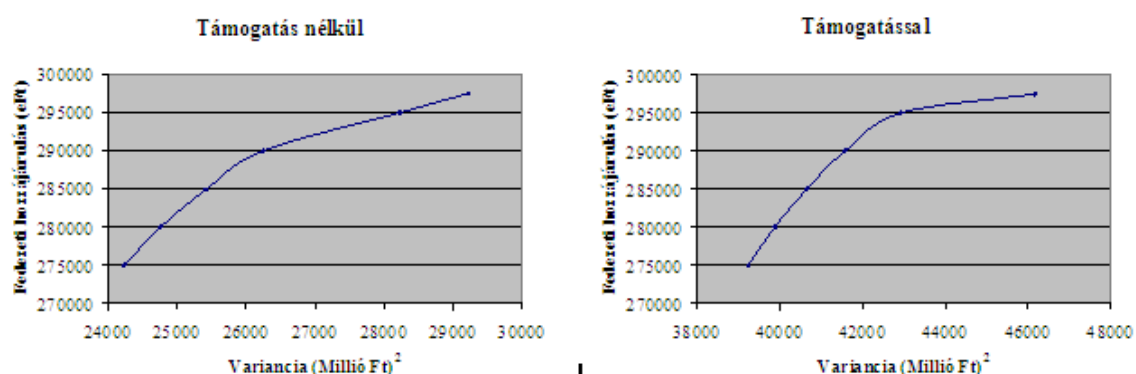
Forrás: Saját számítás

4-22. táblázat A kvadratikus modell futtatásának eredményei (támogatásokkal)

| Megnevezés  | 1. var.  | 2. var.  | 3. var.  | 4. var.  | 5. var.  | 6. var.  |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Burgonya    | 1,18     | 1,11     | 0,93     | 0,78     | 0,62     | 0,46     |
| Kukorica    | 5,54     | 4,57     | 4,51     | 4,51     | 4,51     | 4,51     |
| Napraforgó  | 2,27     | 2,33     | 2,51     | 2,67     | 2,83     | 2,99     |
| Őszi búza   | 5,69     | 6,60     | 6,60     | 6,60     | 6,60     | 6,60     |
| Repce       | 4,00     | 4,00     | 4,00     | 4,00     | 4,00     | 4,00     |
| Zöldborsó   | 1,32     | 1,39     | 1,45     | 1,45     | 1,45     | 1,45     |
| Szlen09/123 | 1830     | 1680     | 1268     | 899      | 533      | 168      |
| Steig10/123 | 0        | 1        | 15       | 28       | 41       | 53       |
| Steig11/123 | 172      | 36       | 7        | 0        | 0        | 0        |
| JD04/2      | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 2        |
| JD04/3      | 63       | 9        | 12       | 16       | 20       | 24       |
| IFA07/23    | 329      | 509      | 509      | 509      | 509      | 509      |
| V           | 46165523 | 42915635 | 41567667 | 40646854 | 39873184 | 39236212 |
| FH          | 297537   | 295000   | 290000   | 285000   | 280000   | 275000   |

Forrás: Saját számítás

A döntéshozó a kockázati hozzáállásának megfelelő döntést az E-V efficiens határgörbék segítségével hozhatja meg. Itt is érvényesek az E-M efficiens görbénél leírt szabályok. Minél kisebb a görbe meredeksége 1% varianciacsökkenés annál kisebb fedezeti hozzájárulás áldozatot igényel. Támogatás nélküli esetben 290 MFt-os fedezeti hozzájárulás szintnél figyelhető meg egy markáns meredekség változás, támogatással ugyanez 295 MFt-nál.



4-6. ábra E-V efficiens határgörbék

Ebben a fejezetben egy valós, magyar növénytermesztő gazdaság példáján keresztül három modell típust felhasználva a kockázat modellezésének lehetőségeit vizsgáltam. A modellek alkalmazásával lehetőséget biztosítunk a döntéshozóknak, hogy a kockázati hozzáállásuknak legmegfelelőbb döntést hozzák meg.

A lineáris programozási modell a jövedelemmaximalizálásra szolgál, determinisztikus jellege miatt kevésbé alkalmas a kockázat figyelembevételére. Az érzékenységvizsgálatok során az árnyékárak megfelelő értelmezése segíthet bennünket a kockázat elemzésében is.

Nem hagyhatjuk figyelmen kívül azt a tényt, hogy az LP modellek alkalmazásakor készített variánsok mindig a legnagyobb kockázatúak. A döntéshozók nem mindig a legnagyobb jövedelemmel bíró terveket választják, a kockázati magatartásuk is befolyásolja döntésüket. A választási lehetőséget teremtyük meg a kockázatprogramozási modellek igénybevételével. Ezekben a modellekben a kockázatot a jövedelemingadozással jellemezzük. A MOTAD modellben az átlagos értéktől vett negatív irányú eltérésekkel, a kvadratikus modellben a varianciával számszerűsítünk. Mindkét esetben – az elvárt jövedelmet használva paraméterként – modellsorozatot készítünk és az efficiens görbék illetve a relatív változási arányok segítségével kiválasztható az egyén hasznosságához leginkább idomuló terv.

Az esettanulmányban megvizsgáltam, hogyan alakulnak az efficiens határtervek támogatás és támogatás nélkül. Megállapítható, hogy a MOTAD modell alkalmazásakor a termelési szerkezetben, és a kockázatban is jelentős eltérések mutatkoznak. A kvadratikus modell alkalmazása esetén nem figyelhetők meg ilyen markáns különbségek.

## **5. AZ ÉRTÉKESÍTÉSI KOCKÁZAT CSÖKKENTÉSE OPTIMÁLIS BÚZAÉRTÉKESÍTÉSI STRATÉGIÁK SEGÍTSÉGÉVEL**

A növénytermesztési termékek értékesítésekor mindig felmerül a kérdés – mivel az áru egy adott időpontban, a betakarításkor jelenik meg egyben –, hogy a termelő mikor és mekkora tételekben értékesítse azt. Az értékesítési árak mindig a betakarítási időszakban a legalacsonyabbak, majd ezt követően egy többé-kevésbé jól körülhatárolható szezonális ingadozást mutatnak. A helyzetet bonyolítja, hogy a különböző évjáratok esetén az árakban jelentős eltérés figyelhető meg (BÁCS, 2003; BÁCS – FENYVES, 2005).

Fentiekből adódóan, mind a termelők oldalán, mind a legnagyobb gabona-felhasználó ágazatokban – malomipar, állattenyésztés – emiatt jelentősen nő a gazdasági kockázat. A kockázat csökkentésére különböző lehetőségek állnak rendelkezésre, az USA-ban leggyakrabban a határidős tőzsdei ügyletek, illetve terménytőzsdei opciók segítségével próbálják kivédeni a negatív hatásokat (KOZÁR, 2003). Az Európai Unió országaiban ezek a technikák a termelők körében még kevésbé elterjedtek (PÁLINKÁS – SZÉKELY, 2008). A KAP korábban védelmet nyújtott a piac- és ártámogatási politikák révén. A 2003 évi reformot követően azonban a mezőgazdasági termelők közvetlenebbül szembesülnek egy sor kockázattal. Az Európai Bizottság a KAP keretében új, a mezőgazdasági termelők kockázat- és válságkezelési képességének javítását célzó eszközöket szeretne kipróbálni. Az következő javaslatokban az Európai Bizottság a Tanács következtetéseiben explicit módon szereplő igényekre válaszol, úgymint: a biztonsági háló kiterjesztése, a kockázat- és válságkezelést szolgáló intézkedések finanszírozása modulációs eljárással és három opció figyelembevételével: természeti katasztrófák elleni biztosítás, a segélyalapok támogatása, alaptámogatás a jövedelmi válságok ellenében. A modulációs eljárás összegeinek felhasználása maga után vonja a vidékfejlesztési intézkedésekre alapozó eszközök igénybevételét. Tehát az új intézkedéseknek javítaniuk kellene a gazdaságok versenyképességét (első csapásirány), tekintetbe kell venniük a költségvetés éves lehetőségeit és az állami támogatásokra vonatkozó szabályozást, továbbá összhangban kellene lenniük a WTO „zöld dobozával”.

Az első opció a természeti katasztrófák elleni biztosítással kapcsolatos. Az Európai Bizottság szerint ezzel csökkenthető a tagállamok által eseti alapon eszközölt

kifizetések mértéke. A gazdálkodók az általuk fizetett díj 50%-os mértékéig támogatást kaphatnak. Kifizetésre akkor kerül sor, amikor a veszteségek mértéke meghaladja a legutolsó 3 év termésátlagának 30%-át vagy a legutolsó 5 év termésátlagát (számításkor a legutolsó 5 év legjobb és legrosszabb esztendejét nem veszik figyelembe). A kompenzálás nem lehet több, mint a veszteségek 100%-a. A kompenzálás nem lehet tekintettel a jövőben várható termés fajtájára vagy mennyiségére. A díjtámogatás alternatívája lehet a magánbiztosítók viszontbiztosító tevékenysége.

A második opció a segélyalapokkal kapcsolatos. Itt a gazdálkodók ösztönzéséről van szó annak érdekében, hogy osszák meg maguk között a kockázatokat. Ideiglenesen és degresszív módon, az adminisztratív költségek átvállalásával támogatás adható. A támogatás összege a belépő gazdálkodók számától függ. Az alapnak el kell nyernie a tagállam elismerését. A WTO „zöld dobozával” való összhangot esetről esetre kell megvizsgálni.

A harmadik opció a jövedelempótló támogatás. Ehhez mintául a kanadai megoldás és a „zöld doboz” kritériumai szolgálnak. A cél a tartalékalapok feltöltése válsághelyzet esetére (jövedelempótlás). A rendszernek valamennyi gazdálkodó előtt nyitva kell állnia. Kompenzációra akkor kerül sor, ha a veszteségek meghaladják a referencia-időszak 30%-át (mint az 1. opció esetében). A jövedelem mérőszámát még meg kell határozni. A kompenzáció nem lehet a veszteségek 70%-ánál alacsonyabb, és nem tartalmazhat a jövőbeli termelésre vonatkozó típus- vagy mennyiségi meghatározást.

Az EU tervekben megfogalmazottak nagyon fontosak katasztrófa helyzetekben, illetve a mezőgazdasági piac drasztikus változásai esetén. Azonban a versenyképesség egyik alapvető feltétele, hogy a meglévő körülményekhez maximálisan alkalmazkodni tudjanak a vállalkozók, azaz évjáratától függetlenül ki tudják aknázni az aktuális pénzügyi lehetőségeket. A kutatás során arra kerestem a választ, hogy mikor, és mekkora gabonamennyiséget kell értékesítenie a termelőnek, hogy adott pénzügyi-gazdasági helyzetben pénzügyileg a számára legkedvezőbb döntési variánst válassza. A problémát egy dinamikus, szimultán lineáris programozási modellel oldottam meg, amelyben figyelembe vettem a havi pénzforgalmi egyenlegeket, a hitelfelvételt, alternatív tőkebefektetési lehetőségeket, és a készletezési költségeket is.

## **5.1. A MODELLEZÉS FOLYAMATA**

A búza betakarítási ideje július hónapra esik, így a lehetséges értékesítési időszak a betakarítástól a következő év júliusáig terjed – ha feltételezzük, hogy nem akarunk átmenő készletet tartani. Az aktuális naptári évre vonatkozó tervünk már adott, a következő évre vonatkozót el kell készítenünk. A meglévő és elkészített tervek alapján elkészíthetők a havi pénzforgalmi egyenlegek, illetve meghatározhatók a fajlagos készletezési költségek.

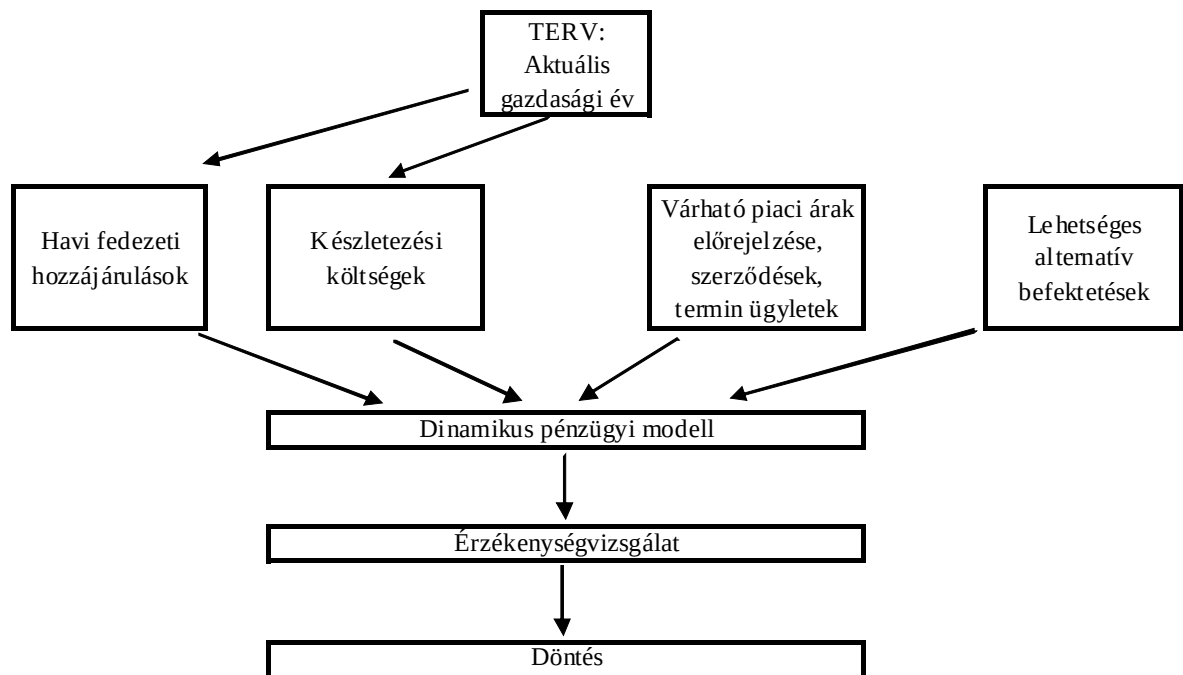
A következő lépésben történik a várható piaci árak előrejelzése, ahol használhatunk klasszikus előrejelzési módszereket, de árelőrejelzések esetén a szimulációs technikák alkalmazása is gyakori.

Számba vesszük a lehetséges alternatív befektetéseket, amelyek rövid lejáratú – maximum egy éves –, megoldások lehetnek.

Az összes adat megléte esetén felépítjük a dinamikus LP modellt, majd annak megoldása után elemezhetjük a korlátozó feltételek árnyékárait, valamint a változók határköltségeit. Az elemzés eredményeit és a külső információkat is figyelembe véve érzékenységvizsgálatot végezhetünk, mely során új döntési variánsokat képezhetünk. A döntési variánsok összehasonlító elemzése után lehetővé válik a vállalkozás számára legkedvezőbb optimális stratégia kiválasztása (5-1. ábra).

A modellt egy Hajdúságban működő mezőgazdasági vállalkozás 2006-2007 évi gazdálkodási és tervadatait felhasználva készítettem el. A gazdaság közel 2000 hektáron gazdálkodik kiváló adottságú szántón és 250 hektár öntözésére van lehetőség. A termelési szerkezete is ennek megfelelően alakult. A gazdaságban a vetésszerkezetben meghatározó jelentőségű az őszi búza és a kukorica ágazat. Az utóbbi években a repce és a napraforgó is bekerült a termelési szerkezetbe, az öntözött területeken a burgonya és zöldborsó a jellemző növények. A búzából értékesítendő mennyiség a vállalkozás nyilvántartása szerint 4218,5 tonna. A következőkben a modell felépítéséhez szükséges adatok sorrendjében tekintem át a modellezési folyamatot. A fejezet végén

érzékenységvizsgálattal különböző döntési variánsokat képezek, és elvégezem ezek összehasonlító elemzését.



5-1. ábra A modellezés folyamata

Forrás: Saját modell

#### 5.1.1. Havi pénzforgalmi egyenlegek

A havi pénzforgalmi egyenlegek számítását az aktuális év júliusától, a következő év júniusáig terjedő időszakra végeztem el. Az intervallum meghatározásának az alapja, hogy a megtermelt búzát akár már a betakarítási időszakban értékesíthetjük, de az eladás az elkövetkezendő 12 hónapban bármikor, bármilyen téteknagyságban megtörténhet. A számítások alapját az aktív év pénzforgalmi terve adja, amit azonban módosítani kell több helyen is:

- nem vesszük figyelembe a búza árbevételeit,
- nem vesszük figyelembe a búzára tervezett készletezési költséget,
- amennyiben a következő gazdasági évre tervezett vetésszerkezet módosul, a módosításokat a cash-flow számításokon is át kell vezetni.

A 5-1. táblázatban a 2006-2007 gazdasági év vállalati Cash Flow adatai találhatók. A pénzforgalmi terv adatait a vállalkozás pénzügyi vezetőjével az előzőekben leírtaknak megfelelően korrigáltuk.

**5-1. táblázat A pénzforgalmi terv alakulása a vizsgált gazdaságban 2006 július és 2007 június között**

| 2006  |        |       |        |       |       | 2007  |       |       |        |        |       |
|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|
| júl   | aug    | szept | okt    | nov   | dec   | jan   | febr  | márc  | ápr    | máj    | jún   |
| -8440 | -32149 | 98404 | 159344 | -3374 | -1550 | -1550 | -1550 | -9434 | -78009 | -36709 | 37518 |

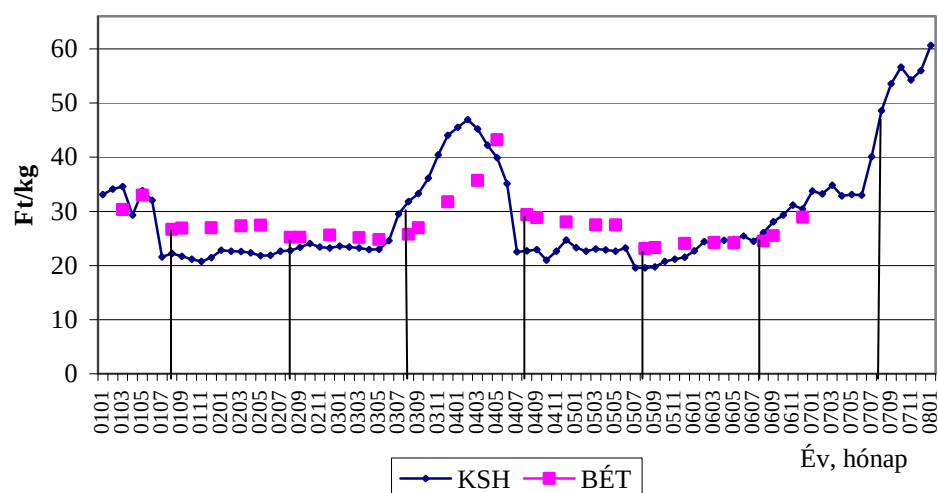
Forrás: Saját számítás

### 5.1.2. Az értékesítési időszakban várható árak előrejelzése

A pénzügyi modell pontosságát nagyban befolyásolja a várható búzaárak ismerete. Ezek egy része többé-kevésbé ismert, sőt az értékesítés időpontja is meghatározott: a szerződésben lekötött mennyiségeknél az ár és a teljesítendő mennyiség is rögzített. Ezek közül a mennyiséget fixnek tekinthetjük – általában a teljesítésre vonatkozó legalább 20 % kötbér miatt az árualap megléte esetén nincs értelme a hiányos szállításnak, ezzel szemben az ár bizonytalannak tekinthető. Az ok a szerződésben történő ár megfogalmazásában rejlik: ez gyakran egyszerűen csak „napi piaci árként” definiált, még gyakrabban valamilyen tőzsdei határidős árhoz kötött. Jellemzően, a mezőgazdasági vállalkozások nem kötik le a teljes megtermelt mennyiséget szerződésekkel, ezért mindig marad szabad árualap az értékesítésre is. A gyakorlat azt mutatja, hogy a tőkeerős vállalkozások tárolják vagy bértárolásba adják ezt a mennyiséget arra számítva, hogy a későbbiekben a felvásárlási időszakban elérhető árnál magasabb árat érhetnek el.

Sokkal nagyobb biztonságot jelenthetnek a hedge ügyletek. A Budapesti Értéktőzsde áru szekciójában (BÉT) lehetőség van határidős ügyletek kötésére, azonban ez a magyar termelőknél ma még nem túl gyakori. Mindenesetre a gabonaügyletek résztvevői mind eladási, mind vételi oldalon gyakran elfogadják a tőzsdei árakat, mint viszonyítási alapot az üzletkötéskor, ezért az előrejelző módszerek alkalmazásakor célszerű ezeket figyelembe venni. Ezt bizonyítja az 5-2. ábra is, melyen jól látható, hogy a KSH által közölt felvásárlási árak és a határidős tőzsdei záróárak időbeli futása nagyon hasonló.

A termékértékesítési szerződésekben gyakran találhatunk az ár megfogalmazásánál olyan kitételt, hogy a júliusi utolsó tőzsdenapon kialakult augusztusi határidős ár képezi a tényleges értékesítési ár alapját. Ez az ár gyakran a gazdasági év legalacsonyabb ára, ettől kezdve áremelkedés figyelhető meg a novemberi és márciusi határidőkre, ezután stagnálás, vagy árcsökkenés a jellemző. Négy ilyen év volt 1998 és 2006 között, az 1999-2000, 2000-2001, 2003-2004 és a 2005-2006-os gazdasági évek. Csekély ármozgás tapasztalható a 2001-2002 és az azt követő a gazdasági éven belül. (5-2. ábra).



**5-2. ábra A KSH által közölt búza felvásárlási árak és a tőzsdei árak változása 2001-2008 között**

Forrás: Saját számítás a KSH tájékoztatási adatbázis és a BÉT historikus adatok alapján

A modellezés során a KSH 2001-2007 közötti havi búza felvásárlási adatait használtam fel, az előrejelzések értékelését a követőjel segítségével végeztem. A követőjel meghatározásának elvével már korábban, a módszerek leírásánál részletesen foglalkoztam.

A búzaárak előrejelzését szezonális dekompozícióval, Winter-féle simításos eljárással és mozgóátlagolással végeztem. Az előrejelzés intervalluma a 2001 augusztus hónaptól 2006 júliusig meglévő búzaárak alapján 2006 augusztustól 2007 májusig terjedt, majd a bekövetkezett tényleges árak alapján értékeltem a módszerek pontosságát (5-2. táblázat).

**5-2. táblázat Árelőrejelzések és előrejelzési hibák alakulása**

Me.: Ft/kg

| Időszak | Tényleges árak | Előrejelzés             |        |               | Előrejelzési hiba       |        |               |
|---------|----------------|-------------------------|--------|---------------|-------------------------|--------|---------------|
|         |                | Szezonális dekompozíció | Winter | Mozgóátlag(3) | Szezonális dekompozíció | Winter | Mozgóátlag(3) |
| 200608  | 26,11          | 24,97                   | 24,94  | 24,91         | -1,14                   | -1,18  | -1,21         |
| 200609  | 28,14          | 25,04                   | 27,11  | 25,11         | -3,10                   | -1,03  | -3,02         |
| 200610  | 29,33          | 25,96                   | 29,06  | 24,83         | -3,37                   | -0,27  | -4,51         |
| 200611  | 31,20          | 26,03                   | 30,09  | 24,95         | -5,17                   | -1,11  | -6,25         |
| 200612  | 30,44          | 26,88                   | 32,06  | 24,96         | -3,56                   | 1,62   | -5,48         |
| 200701  | 33,74          | 26,80                   | 32,95  | 24,91         | -6,94                   | -0,80  | -8,83         |
| 200702  | 33,23          | 27,24                   | 34,49  | 24,94         | -5,99                   | 1,26   | -8,29         |
| 200703  | 34,81          | 27,14                   | 35,35  | 24,94         | -7,67                   | 0,54   | -9,87         |
| 200704  | 32,87          | 26,92                   | 36,06  | 24,93         | -5,95                   | 3,19   | -7,94         |
| 200705  | 33,13          | 26,37                   | 36,27  | 24,94         | -6,76                   | 3,14   | -8,20         |

Forrás: Saját számítás

Az előrejelzési hibákat figyelve, egyértelműnek tűnik a Winter-féle simításos eljárás előnye a szezonális dekompozícióval és a mozgóátlagolással szemben. Ezt erősíti meg az 5-3. táblázatban az előrejelzési hiba futó összegének alakulása is. Csak a Winter-eljárás esetén figyelhető meg a zero körüli ingadozás, a másik két módszer szisztematikusan alulbecsli az árakat.

**5-3. táblázat Az előrejelzési hiba futó összegének és az átlagos hibának az alakulása**

Me.:Ft/kg

| Időszak | Tényleges árak | Előrejelzési hiba futó összege |        |               | Átlagos abszolút hiba   |        |               |
|---------|----------------|--------------------------------|--------|---------------|-------------------------|--------|---------------|
|         |                | Szezonális dekompozíció        | Winter | Mozgóátlag(3) | Szezonális dekompozíció | Winter | Mozgóátlag(3) |
| 200608  | 26,11          | -1,14                          | -1,18  | -1,21         | 1,14                    | 1,18   | 1,21          |
| 200609  | 28,14          | -4,24                          | -2,21  | -4,23         | 2,12                    | 1,10   | 2,12          |
| 200610  | 29,33          | -7,61                          | -2,48  | -8,74         | 2,54                    | 0,83   | 2,91          |
| 200611  | 31,20          | -12,78                         | -3,59  | -14,98        | 3,19                    | 0,90   | 3,75          |
| 200612  | 30,44          | -16,34                         | -1,97  | -20,46        | 3,27                    | 1,04   | 4,09          |
| 200701  | 33,74          | -23,28                         | -2,76  | -29,29        | 3,88                    | 1,00   | 4,88          |
| 200702  | 33,23          | -29,27                         | -1,51  | -37,58        | 4,18                    | 1,04   | 5,37          |
| 200703  | 34,81          | -36,94                         | -0,97  | -47,45        | 4,62                    | 0,97   | 5,93          |
| 200704  | 32,87          | -42,88                         | 2,22   | -55,39        | 4,76                    | 1,22   | 6,15          |
| 200705  | 33,13          | -49,65                         | 5,36   | -63,59        | 4,96                    | 1,41   | 6,36          |

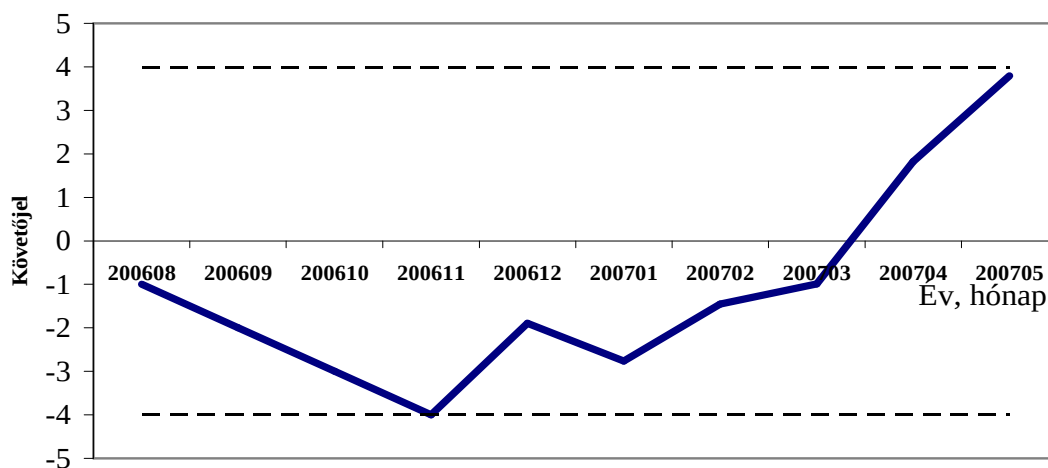
Forrás: Saját számítás

Az előrejelzési hiba futó összege és az átlagos abszolút hiba értékeinek alakulása, illetve az ezek segítségével számított követőjel (1.3.4. alfejezet, 1.26) alapján a Winter-féle simításos eljárás előrejelzéseit használtam a pénzügyi modell búzaárainak előrejelzésére. (5-4. táblázat, 5-3. ábra).

**5-4. táblázat A követőjel alakulása a három módszernél**

| Időszak | Követőjel                  |        |               |
|---------|----------------------------|--------|---------------|
|         | Szezonális<br>dekompozíció | Winter | Mozgóátlag(3) |
| 200608  | -1,00                      | -1,00  | -1,00         |
| 200609  | -2,00                      | -2,00  | -2,00         |
| 200610  | -3,00                      | -3,00  | -3,00         |
| 200611  | -4,00                      | -4,00  | -4,00         |
| 200612  | -5,00                      | -1,89  | -5,00         |
| 200701  | -6,00                      | -2,76  | -6,00         |
| 200702  | -7,00                      | -1,45  | -7,00         |
| 200703  | -8,00                      | -0,99  | -8,00         |
| 200704  | -9,00                      | 1,82   | -9,00         |
| 200705  | -10,00                     | 3,80   | -10,00        |

Forrás: Saját számítás



**5-3. ábra A követőjel alakulása Winter-féle simításos előrejelzés esetén**

Forrás: Saját számítás

### 5.1.3. Alternatív befektetések, készletezéssel összefüggő költségek

Az alternatív befektetések modellbe történő beépítésével az a célunk, hogy az időszakosan felszabaduló vállalati pénzeszközök ne alacsony kamatozású folyószámlákon legyenek. Csak rövid lejáratú megoldások jöhetnek szóba, tehát rövid lejáratú bankbetétek, kincstárjegyek, zártvégű befektetési alapok, esetleg nyíltvégű befektetési alapok. Nagyobb kockázatvállalás esetén részvények is bekerülhetnek a pakettbe.

Ennek megfelelően csak rövid futamidejű befektetéseket vettem figyelembe. Ez három lehetséges variánst – egy 12 hónapos, és két 6 hónapos futamidejűt – jelent. A két hat hónapos variáns közötti különbség csak annyi, hogy a II. számú egyszeri befektetést

jelent, azaz a tervezési időszakban a lejáratí időt figyelembe véve bármikor indítható, míg a III. számú esetén újra lekötést feltételezünk, ami azt jelenti, hogy a tervezési időszak első hónapjában indul (5-5. táblázat).

**5-5. táblázat A modellben szereplő alternatív befektetések**

| Alternatív befektetési lehetőségek |          |          |       |
|------------------------------------|----------|----------|-------|
|                                    | Hozam/év | Futamidő |       |
| I.                                 | 0,1500   | 12       | hónap |
| II.                                | 0,1350   | 6        | hónap |
| III.                               | 0,1378   | 6        | hónap |

Forrás: Saját gyűjtés

A modellben az MVH által az intervenciós felvásárlásnál alkalmazott tarifákat alkalmaztam (5-6. táblázat):

**5-6. táblázat Készletezéssel összefüggő költségek**

|                                   |                 |
|-----------------------------------|-----------------|
| Betárolási költség                | 566 Ft/t        |
| Kitárolási költség                | 477 Ft/t        |
| Raktározással összefüggő költség  | 359 Ft/t/hónap  |
| Megrendeléssel összefüggő költség | 67.700 Ft/tétel |

Forrás: Saját számítás az MVH 36/2006 (V.16.) közlemény alapján

#### **5.1.4. A pénzügyi modell**

A pénzügyi modell elkészítésekor *DRIMBA – ERTSEY (1999)* esettanulmányában megfogalmazott matematikai modellt alkalmaztam, és módosítottam a probléma jellegének megfelelően. A modellben figyelembe vettem a vállalkozás havonta rendelkezésre álló pénzforgalmi egyenlegét, a hitelfelvételi lehetőségeket és hitelkamatot, az alternatív befektetési lehetőségeket, számoltam a készletezésből fakadó költségekkel, és dinamikusan kezeltem a tervezési időszak pénzforgalmát. A modell választ ad arra, hogy mikor és milyen mennyiségű búzát kell értékesítenünk, illetve ha lehetőségünk van rá, milyen és mennyi alternatív befektetést eszközöljünk – a készletezési és pénzügyi költségek levonása után –, hogy maximális legyen a

jövedelmünk. Emellett arra is választ kapunk, hogy a választott értékesítési stratégia mellett milyen alternatív befektetési módokat válasszunk, és mely időszakban mennyi hitelfelvételre lesz szükségünk, és hogy alakul az időszakok végén a pénzforgalmi egyenlegünk.

A pénzügyi modell felépítésekor az első feladat a lineáris programozási modell **változóinak** meghatározása, melyek az alábbiak (az indexek lehetséges értékei:  $(j=1,2,...,n)$  és  $(i=1,2,...,k)$ ):

- $y_j$ : a j-edik alternatív befektetés befizetése (eFt)
- $H_i$ : az i-edik időszakban felvett hitel (eFt)
- $B_i$ : az i-edik időszakban értékesített búza mennyisége (tonna)
- $A_{ji}$ : a j-edik alternatív befektetés i-edik időszakban realizált tőkerésze (eFt)
- $K_i$ : az i-edik időszak zárókészlete (tonna)
- $K_i^{atl}$ : az i-edik időszak átlagkészlete (tonna)
- $T_i$ : az i-edik időszak kumulált pénzforgalmi egyenlege (eFt)

A modellépítés második lépéseként a korlátozó feltételeket, a mérlegfeltételeket határoztam meg. Ezek első csoportját a pénzmérlegek alkotják, amelyek szerepe az egyes időszakok pénzkidadásának és bevételeinek kezelése, és az időszak végén a záró egyenleg képzése. A hitelkorlát megadásával a tervezési időszakban felvehető hitelmennyiséget korlátozzuk. Az alternatív befektetési korlát a rövid lejáratú befektetésekre fordítható maximális összeget jelenti. A pénzügyi korlátok mellett még meg kell adnunk a fizikai árumozgással összefüggő korlátokat is. Az árumérlegek szerepe, hogy ne értékesítsünk nagyobb mennyiséget a rendelkezésre állónál. Nyilvántartjuk a készletváltozást is időszakonként, hisz egyrészt tudnunk kell, mennyit értékesíthetünk még, ezen kívül ez a készletezési költség számításához is szükséges. Az értékesítést és a zárókészleteket figyelembe véve minden időszakra meg kell határozni az átlagkészletet, mert a tárolási-kezelési költség ennek alapján kerül számításra.

## ❖ PÉNZMÉRLEGEK

A pénzmérlegek kialakításakor külön kell kezelnünk az 1. időszak és az ezt követő időszakok pénzmérlegét. Ennek az oka, hogy a 2. időszaktól be kell vonnunk a pénzmérlegbe az időszak nyitó egyenlegét is – ami természetesen a megelőző időszak záró egyenlege, és egyben a két egymás utáni időszak összekapcsolását is végzi.

### *A pénzmérleg az első időszakra:*

$$\sum_j \frac{1}{h} y_{ji} - H_i - p_i B_i + c^{ki} B_i - \sum (1+b) A_{ji} + T_i = C_i \quad (5.1)$$

### *A pénzmérleg a többi időszakra:*

$$\sum_j \frac{1}{h} y_{ji} - T_{i-1} - H_i - p_i B_i + c^{ki} B_i - \sum (1+b) A_{ji} + T_i = C_i \quad (5.2)$$

ahol

- $\frac{1}{h} y_{ji}$ : Az i-dik időszakban a j-edik alternatív befektetésre befizetett összeg, ahol h az időszakok száma, melyek között megoszlik a befizetett összeg
- $H_i$ : Az i-edik időszakban felvett hitel összege,
- $p_i B_i$ : Az i-edik időszakban realizált búza árbevétele (a  $p_i$  az i-edik időszakban érvényes búza értékesítési ár, a  $B_i$  az i-edik időszakban eladott búza mennyisége,
- $c^{ki} B_i$ : az i-edik időszakban értékesített búza kitárolási költsége,
- $(1+b) A_{ji}$ : A j-edik alternatív befektetésből az i-edik időszakban realizált bevétel. A kifejezésben a b a befektetés időarányos hozamrátája, az  $A_{ji}$  a j-edik alternatív befektetés i-edik időszakban realizált tőkerésze,
- $T_i$ : Transzfer változó, ami tulajdonképpen az i-edik időszak halmozott pénzforgalmi egyenlege,
- $T_{i-1}$ : Transzfer változó, az aktuális időszak nyitó pénzforgalmi egyenlege, a  $T_i$  és  $T_{i-1}$  transzferváltozókkal történik meg a pénzforgalom egyes időszakok közötti dinamikus összekapcsolása,
- $C_i$ : A vállalkozás i-edik időszakára tervezett Cash-Flow, a búza árbevétele és készletezési költségei nélkül.

### ❖ **HITELKORLÁT**

A pótlólagos pénzforrások egyetlen vállalkozás számára sem állnak korlátlan mennyiségben rendelkezésre. Különösen igaz ez a mezőgazdasági vállalkozások esetében, amelyeket a bankszféra épp a bevezetésben említett sokrétű bizonytalansági tényező miatt különösen kockázatosnak ítél. Éppen ezért a modellben a felvehető maximális hitelt is korlátozó tényezőként kell szerepeltetni.

$$\sum H_i \leq H_{\max} \quad (5.3)$$

ahol

- $H_i$  : Az  $i$ -edik időszakban felvett hitelösszeg
- $H_{\max}$  : A felvehető hitel felső határa

### ❖ **ALTERNATÍV BEFEKTETÉSI KORLÁT**

A gyakorlatban a menedzsment feladata annak eldöntése, hogy kíván-e alternatív befektetéseket igénybe venni, illetve ha pozitív a döntés, milyen nagyságú tőkét áldoz rá. A mérlegfeltételek között az alternatív befektetési korlátként jeleníthetjük meg ezt a szándékot.

$$\sum y_j \leq A_{\max} \quad (5.4)$$

ahol

- $y_j$  : A  $j$ -edik alternatív befektetés befizetése
- $A_{\max}$  : Az alternatív befektetésekre fordítható maximális pénzösszeg

### ❖ **ÁRUMÉRLEGEK**

Az árumérlegeket mind az értékesítendő búzamennyiségre, mind az alternatív befektetésekre meg kell határozni. Búza esetén ki kell kötnünk, hogy a különböző időszakokban értékesített árumennyiségnek meg kell egyeznie az induló készlettel. Ez egyben azt is jelenti, hogy nem engedélyezünk a következő gazdasági évre áthúzódó készletet. Alternatív befektetések esetén azt rögzítjük, hogy az egyes időszakokban eszközölt tőkebefizetés és a lejáratkori tőkefizetés megegyezzen. Az árumérlegek hiánya esetén – különösen a búzánál, ahol nem építünk be külön felső korlátot, mint az

alternatív befektetéseknél, – az értékesített mennyiség és így a célfüggvényérték is a végtelenbe tart, nincs megoldása a modellnek.

$$\sum B_i = V \quad (5.5)$$

$$-\frac{1}{h} y_j + A_{ji} = 0 \quad (5.6)$$

ahol

- $B_i$  : Az i-edik időszakban eladott búza mennyisége
- $V$ : A búza induló készlete
- $y_j$  : A j-edik alternatív befektetés befizetése
- $h$ : Az időszakok száma.
- $A_{ji}$  : A j-edik alternatív befektetés i-edik időszakban realizált tőkerésze

#### ❖ ZÁRÓKÉSZLETEK

Ebben a mérlegfeltételben a készletmozgást tartjuk nyilván. Akárcsak a pénzmérlegeknél itt is külön kell megfogalmazni az első, majd a többi időszakra a mérlegfeltételeket.

##### ***Zárókészlet számítása az 1. időszakban:***

$$-B_1 - K_1 = -V \quad (5.7)$$

##### ***Zárókészlet számítása az többi időszakban:***

$$K_{i-1} - B_i - K_i = 0 \quad (5.8)$$

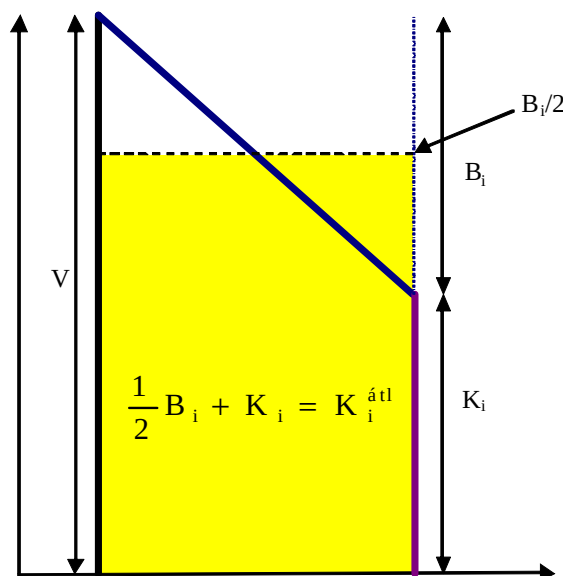
ahol

- $B_i$  : Az i-edik időszakban eladott búza mennyisége
- $V$ : A búza induló készlete
- $K_i$  : Az i-edik időszak zárókészlete
- $K_{i-1}$  : az aktuális időszak nyitókészlete

A  $K_i$  és a  $K_{i-1}$  a búzakészlet transferváltozója, mert ezekkel történik a szomszédos időszakok dinamikus összekapcsolása.

### ❖ ÁTLAGKÉSZLETEK

Az átlagkészletek számításánál feltételeztem, hogy az egy időszakban értékesített mennyiség kitárolási üteme állandó. Ez alapján az átlagkészletet az értékesített mennyiség fele és a zárókészlet összege adja (5-4. ábra).



5-4. ábra Az átlagkészlet számításának sémája

Forrás: Saját modell

Fentiek alapján a mérlegegyenlet:

$$\frac{1}{2} B_i + K_i - K_i^{atl} = 0 \quad (5.9)$$

ahol

- $B_i$  : Az i-edik időszakban eladott búza mennyisége,
- $K_i$  : Az i-edik időszak zárókészlete,
- $K_i^{atl}$  : az i-edik időszak átlagkészlete.

### ❖ A MODELL CÉLFÜGGVÉNYE

Azt, hogy mikor és mennyi búzát értékesítünk a betakarítás után sok tényező befolyásolja. Ezek közül az egyik legfontosabb a pénzmérlegek jobb oldalán szereplő havi Cash Flow, mert a termelők sok esetben a likviditásuk megőrzése érdekében kénytelenek eladni a termést már a felvásárlási időszakban. A másik fontos tényező a

hitel, hisz megfelelő hitelkondíciók esetén csökken a kiszolgáltatottságuk. Természetesen, ha az előbbi tényezők nyílt teret engednek az árak alakulását kihasználó stratégiák közötti választásnak, még mindig lényeges tényezőként kell számba venni a készletezéssel összefüggő költségeket. A „mikor, mennyi” kérdést jelentősen befolyásolhatják a rövid távú befektetések hozamai is. A modell célfüggvényének meghatározásakor ezekre a kérdésekre válaszolok, amikor a búza árbevételét, az alternatív befektetések hozamát, valamint a hitelkamatot és a búza készletezési költségeit adom meg lineáris modell hatékonysági mutatóiként.

A célfüggvény alakja:

$$-\sum_j hy_j - \sum_i d_i H_i - \sum_i c_i K_i^{\text{átl}} + \sum_i (p_i B_i - c^{\text{ki}} B_i) + \sum_{ji} (1+b) A_{ji} \Rightarrow \text{MAX!} \quad (5.10)$$

ahol

- $hy_j$  : a j-edik alternatív befektetésbe befizetett összeg (a h értéke 1)
- $d_i H_i$  : az i-edik időszakra számított hitelkamat összege ( $d_i$  : kamatrátája;  $H_i$  : tervezett hitelösszeg)
- $c_i K_i^{\text{átl}}$  : az i-edik időszakra számított készletezési költség ( $c_i$  : készletezési egyéglétszám;  $K_i^{\text{átl}}$  : az i-edik időszak átlagkészlete)
- $p_i B_i$  : a búza árbevétele az i-edik időszakban ( $p_i$  : a búza értékesítési ára az i-edik periódusban;  $B_i$  : az eladott búza mennyisége)
- $c^{\text{ki}} B_i$  : az értékesített búza kitárolási költsége
- $(1+b) A_{ji}$  : A j-edik alternatív befektetésből az i-edik időszakban realizált bevétel. A kifejezésben a b a befektetés időarányos hozamrátája, az  $A_{ji}$  a j-edik alternatív befektetés i-edik időszakban realizált tőkerésze.

Összegezve, a célfüggvényben a pénzügyi műveletek eredményének és a búza raktározási költséggel korrigált árbevételének a maximumát keresem.

## 5.2. A MODELLSZÁMÍTÁSOK EREDMÉNYEI

A pénzügyi modellt a MS Excel táblázatkezelő programban készítettem el és a Solver segítségével végeztem el az optimalizálást.

Az Excel modell sematikus felépítését a 5-5. ábra mutatja. Az ábra jól szemlélteti a pénzforgalmi és a zárókészlet mérlegfeltételek esetén az egyes időszakok szimultán összekapcsolását. Az alapmodell feltételeinek kialakításakor a gazdaság stratégiáját vettem alapul, mely szerint nem kívánnak igénybe venni hitelt a finanszírozáshoz és rövid távú befektetésekből sem gondolkodnak. Ezt a változatot a későbbiekben A1 kódolással láttam el (5-7. táblázat; 11. melléklet). A modell eredményeként kapott optimális megoldásban a búza értékesítése két tételben történik: júliusban 1801,1 t, októberben 2417,4 t. A célfüggvény értéke 102783 eFt, a záró pénzmérleg 227843 eFt (5-9. táblázat).

| Megnevezés                         | Alternatív befektetések | Időszak |             |                       |             |               |           | ... | Időszak |             |                       |             |               |           | R  | Kapacitás-vektor |
|------------------------------------|-------------------------|---------|-------------|-----------------------|-------------|---------------|-----------|-----|---------|-------------|-----------------------|-------------|---------------|-----------|----|------------------|
|                                    |                         | Hitel   | Búza-eladás | Befektetések bevétele | Zárókészlet | Átlag-készlet | Transzfer |     | Hitel   | Búza-eladás | Befektetések bevétele | Zárókészlet | Átlag-készlet | Transzfer |    |                  |
| Pénzmérleg i. időszak              |                         | -1      |             |                       |             |               | 1         | ... |         |             |                       |             |               |           | =  | C <sub>i</sub>   |
| ...                                | ...                     | ...     | ...         | ...                   | ...         | ...           | ...       | ... | ...     | ...         | ...                   | ...         | ...           | ...       | =  |                  |
| Pénzmérleg i. időszak              |                         |         |             |                       |             |               | -1        | ... | -1      |             |                       |             |               | 1         | =  | C <sub>i</sub>   |
| Hitelkorlát                        |                         | 1       |             |                       |             |               |           | ... | 1       |             |                       |             |               |           | <= | H <sub>max</sub> |
| Alternatív befektetés korlát       | 1                       |         |             |                       |             |               |           | ... |         |             |                       |             |               |           | <= | A <sub>max</sub> |
| Búza árumérleg                     |                         |         | 1           |                       |             |               |           | ... |         | 1           |                       |             |               |           | =  | V                |
| Árumérleg (j.befektetés i.időszak) |                         |         |             | 1                     |             |               |           | ... |         |             |                       |             |               |           | =  | 0                |
| ...                                | ...                     | ...     | ...         | ...                   | ...         | ...           | ...       | ... | ...     | ...         | ...                   | ...         | ...           | ...       | =  |                  |
| Árumérleg (j.befektetés i.időszak) |                         |         |             |                       |             |               |           | ... |         |             | 1                     |             |               |           | =  | 0                |
| Zárókészl. i. időszak              |                         |         | -1          |                       | -1          |               |           | ... |         |             |                       |             |               |           | =  | -V               |
| ...                                | ...                     | ...     | ...         | ...                   | ...         | ...           | ...       | ... | ...     | ...         | ...                   | ...         | ...           | ...       | =  |                  |
| Zárókészl. i. időszak              |                         |         |             |                       | 1           |               |           | ... | -1      |             |                       | -1          |               |           | =  | 0                |
| Átl.készl. i. időszak              |                         |         | 1/2         |                       | 1           | -1            |           | ... |         |             |                       |             |               |           | =  | 0                |
| ...                                | ...                     | ...     | ...         | ...                   | ...         | ...           | ...       | ... | ...     | ...         | ...                   | ...         | ...           | ...       | =  |                  |
| Átl.készl. i. időszak              |                         |         |             |                       |             |               |           | ... | 1/2     |             |                       | 1           | -1            |           | =  | 0                |
| Célfüggvény                        |                         |         |             |                       | 0           |               | 0         | ... |         |             |                       | 0           |               | 0         |    | MAX!             |
|                                    |                         | negatív |             |                       |             |               |           |     |         |             |                       |             |               |           |    |                  |
|                                    |                         | pozitív |             |                       |             |               |           |     |         |             |                       |             |               |           |    |                  |

### 5-5. ábra Az Excelben elkészített pénzügyi modell sematikus szerkezete

Forrás: Saját ábra

Az érzékenységvizsgálatnál több lehetőséget is számba vettem. Ezek közül az egyik a hitelkorlát 20.000 eFt-os rögzítése, a másik a rövid távú befektetési korlát 50, majd 100 millió forintra történő növelése. A lefuttatott variánsok jellemzői a 10. táblázatban láthatóak.

**5-7. táblázat Az érzékenységvizsgálat során beállított variánsok**

| Variáns | Hitel eFt | Hitelkamat | Befektetés<br>korlát eFt |
|---------|-----------|------------|--------------------------|
| A1      | 0         | 12,0%      | 0                        |
| A2      | 20000     | 12,0%      | 0                        |
| A2_1    | 20000     | 7,50%      | 0                        |
| A3      | 20000     | 12,0%      | 50000                    |
| A3_1    | 20000     | 7,50%      | 50000                    |
| A4      | 20000     | 12,0%      | 100000                   |

Forrás: Saját számítás

Az A2 modell eredménye a felkínált 20 millió forintos hitelfelvételi lehetőség ellenére megegyezett az A1 eredményével. Az érzékenységmentésből azonban kiolvasható, hogy a hitelkamat 7,52%-ra csökkenése esetén változik a programvektor (5-8. táblázat). Ezért itt képeztem egy alvariánst (A2\_1), és megnéztem, hogy a kamat 7,5%-ra csökkentése hogyan befolyásolja az értékesítési stratégiát, illetve a célfüggvény értékét. A megoldásban a 20 millió forintos hitelkeretet teljesen kihasználjuk, a hitel felvétel egy alkalommal, augusztusban történik. A júliusi búzaértékesítés 975,2 tonnára csökken, míg az októberi 3243,3 tonnára nő. A célfüggvény érték nem nő jelentősen, mindössze 129 eFt-tal, ami nem meglepő, hisz a kamatot csak olyan mértékben változtattam, hogy a hitel épp, hogy bekerüljön a megoldásba.

**5-8. táblázat Az A2 variáns hitelfelvételi változókra vonatkozó érzékenységmentése**

| Megnevezés   | Felvett hitel<br>(eFt) | Redukált<br>költség (eFt) | Időarányos<br>kamatráta | Megengedhető<br>növekedés | Megengedhető<br>csökkenés | Alsó határ |
|--------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|------------|
| Megoldás H1  | 0                      | 0                         | -0,06                   | 0,060                     | 1E+30                     | 0,0000     |
| Megoldás H10 | 0                      | 0                         | -0,09                   | 0,090                     | 1E+30                     | 0,0000     |
| Megoldás H11 | 0                      | 0                         | -0,08                   | 0,080                     | 1E+30                     | 0,0000     |
| Megoldás H12 | 0                      | 0                         | -0,07                   | 0,070                     | 1E+30                     | 0,0000     |
| Megoldás H2  | 0                      | 0                         | -0,05                   | 0,050                     | 1E+30                     | 0,0000     |
| Megoldás H3  | 0                      | 0                         | -0,04                   | 0,040                     | 1E+30                     | 0,0000     |
| Megoldás H4  | 0                      | 0                         | -0,03                   | 0,030                     | 1E+30                     | 0,0000     |
| Megoldás H5  | 0                      | 0                         | -0,02                   | 0,020                     | 1E+30                     | 0,0000     |
| Megoldás H6  | 0                      | 0                         | -0,01                   | 0,010                     | 1E+30                     | 0,0000     |
| Megoldás H7  | 0                      | 0                         | -0,12                   | 0,045                     | 1E+30                     | -0,0752    |
| Megoldás H8  | 0                      | 0                         | -0,11                   | 0,035                     | 1E+30                     | -0,0752    |

Forrás: Saját számítás

Az A3 variáns esetén 50 millió forintban korlátoztam a rövid távú befektetésekre fordítható összeg nagyságát 20 millió forint hitelfelvételi lehetőség mellett. Ilyen induló feltételek mellett a júliusi értékesítés lett a domináns 3865,6 tonnával, a fennmaradó rész októberben került eladásra. A rövid távú befektetések közül az éves bizonyult

versenyképesnek, az 50 millió forintot teljes egészében erre fordítottuk. Hitelfelvételre nem került sor, a hitelkamat küszöbértéke az A2 variánshoz hasonlóan 7,52%. A célfüggvény az A1-hez képest 3,6%-kal 106521 eFt-ra nőtt. Versenyképes hitelkamat esetén (7,5%; A3\_1 variáns) 3039,8 tonnára csökkent a júliusi értékesítés, minimális célfüggvény érték növekedéssel.

Az A4 variánsnál tovább növeltem a korábbi 50 milliós alternatív befektetési korlátot 100 millióra. A hitelfelvétel 12 %-os kamattal számolva továbbra sem versenyképes, azonban a küszöbérték 8,25 %-ra nőtt. Ajánlatos a teljes búzamennyiséget már júliusban értékesíteni és a befolyó összeget rövid távú befektetésekre (éves futamidejű: 58.546 eFt; féléves decemberi befizetéssel: 41.454 eFt) fordítani, s így a célfüggvény érték 7%-os növekedése várható. Az egyes variánsok eredményeinek összefoglalása a 5-9. táblázatban tekinthető meg.

**5-9. táblázat Az érzékenységvizsgálat összefoglaló adatai**

| Variáns | Búzaeladás tonna |         | Hitel eFt | Rövid távú befektetés eFt | Záró pénzmérleg eFt | Célfüggvény eFt | Célfüggvény változása (A1=100%) |
|---------|------------------|---------|-----------|---------------------------|---------------------|-----------------|---------------------------------|
|         | Július           | Október |           |                           |                     |                 |                                 |
| A1      | 1 801,1          | 2 417,4 | -         | -                         | 227 843             | 102783          | 100,0%                          |
| A2      | 1 801,1          | 2 417,4 | -         | -                         | 227 843             | 102783          | 100,0%                          |
| A2_1    | 975,2            | 3 243,3 | 20 000    | -                         | 249 964             | 102912          | 100,1%                          |
| A3      | 3 865,6          | 352,9   | -         | 50 000                    | 230 042             | 106521          | 103,6%                          |
| A3_1    | 3 039,8          | 1 187,7 | 20 000    | -                         | 252 163             | 106650          | 103,8%                          |
| A4      | 4 218,5          | -       | 20 000    | 100 000                   | 233 216             | 109958          | 107,0%                          |

Forrás: Saját számítás

További értékes információt szolgáltat számunkra az értékesítési árak rugalmasságának az elemzése. A 5-10. táblázatban megadott alsó és felső árhatárok azt jelentik, hogy az alsó határ alá csökkentve vagy a felső felé növelve a célfüggvény értékeket, megváltozik a megoldás. A táblázatban üresen hagyott helyek azt jelzik, hogy lefelé vagy felfelé mozgatva az árakat végtelen nagy változtatás esetén is változatlan a megoldás. Az A1, A2 és A3 variánsok esetén az árhatárok megegyeznek, ami azt jelzi, hogy a három modell árérzékenysége azonos. Az A4 variáns esetén november-február hónapokban már magasabb a felső küszöbár, mint a többi variánsnál, ami a rövid távú befektetések előnyére utal.

**5-10. táblázat Az árak szélsőértékei az alapvariánsoknál**

| Időszak          | Célfüggvény | A1           |               | A2           |               | A3           |               | A4           |               |
|------------------|-------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
|                  |             | Alsó árhatár | Felső árhatár | Alsó árhatár | Felső árhatár | Alsó árhatár | Felső árhatár | Alsó árhatár | Felső árhatár |
| 2006. július     | 23,50       | 23,40        | 25,32         | 23,40        | 25,32         | 23,40        | 25,32         | 23,40        |               |
| 2006. augusztus  | 24,46       |              | 24,56         |              | 24,56         |              | 24,56         | 24,38        | 24,56         |
| 2006. szeptember | 26,63       |              | 27,32         |              | 27,32         |              | 27,32         |              | 27,40         |
| 2006. október    | 28,58       | 28,00        | 28,76         | 28,00        | 28,76         | 28,00        | 28,76         |              | 28,66         |
| 2006. november   | 29,61       |              | 30,20         |              | 30,20         |              | 30,20         |              | 30,28         |
| 2006. december   | 31,58       |              | 32,17         |              | 32,17         |              | 32,17         |              | 32,25         |
| 2007. január     | 32,47       |              | 32,91         |              | 32,91         |              | 32,91         |              | 32,95         |
| 2007. február    | 34,01       | 33,13        | 37,20         | 33,13        | 37,20         | 33,13        | 37,20         | 33,05        | 37,28         |
| 2007. március    | 34,87       |              | 37,06         |              | 37,06         |              | 37,06         |              | 37,06         |
| 2007. április    | 35,58       |              | 40,47         |              | 40,47         |              | 40,47         |              | 40,47         |
| 2007. május      | 35,80       |              | 44,24         |              | 44,24         |              | 44,24         |              | 44,24         |

Forrás: Saját számítás

## 6. KÖVETKEZTETÉSEK, JAVASLATOK

- *A termelési kockázat elemzése*

Az Európai Unió országaiból termelési kockázat szerint szórás és relatív szórás segítségével képzett csoportok különböző éghajlati és gazdasági adottságokkal rendelkeznek. A fejlettebb nyugat-európai országokra – ahol kiegyenlített óceáni vagy nedves kontinentális éghajlat a jellemző –, a magas termésátlagok, és az ehhez kapcsolódó alacsonyabb kockázat jellemző. *Az újonnan csatlakozott országok* nemcsak termelési színvonalban maradnak el az előző csoporttól, hanem *mind abszolút, mind relatív értékben magasabb kockázattal termelnek*. Ez az extrémebb éghajlati adottságokkal és a felzárkózásban lévő társadalmi, gazdasági környezettel magyarázható. Míg a fejlett országokban a legutóbbi 16 évben kimutathatóan nőttek a termésátlagok, a 2004-ben csatlakozott országokban stagnálás, illetve néhány esetben csökkenő tendencia mutatható ki. Külön csoportot képeznek kockázat szempontjából a mediterrán éghajlatú déli országok, ahol a kevésbé intenzíven termelt növények – pl. gabonafélék – esetén nagyon magas a termelési kockázat, az intenzív, öntözött kultúrák esetén viszont alacsonyabb kockázattal magasabb termésátlagokat érnek el. *Az Európai Unión belül Magyarország valamennyi növénytermesztési ágazatnál a legkockázatosabb országok közé tartozik. A búza és cukorrépa termesztésnél mind a szórás, mind a szemi szórás értékek a legmagasabbak közé tartoznak. A repce az egyetlen növény, amellyel a középmezőnyben foglalunk helyet.*

Az agrárpotenciált tekintve az Észak-alföldi Régió az egyik leggyengébb, illetve legheterogénebb térség Magyarországon. Az egy hektárra vetített átlagos aranykorona értéket, mint lehetséges termőhelyi adottság lehatároló faktort vizsgáltam különböző szántóföldi növények termésátlagának függvényében statisztikai hipotézisvizsgálatok segítségével. Megállapítottam, hogy *az aranykorona szerinti osztályozással* néhány növény esetében indokolt átlagos adottság alatti és feletti területek elkülönítése, azonban *árnyaltabb termőhelyi csoportosításnak* a vizsgálat szerint nincs értelme.

Az elemzések alapján megállapítható, hogy *az Észak-alföldi Régióban a legkockázatosabb az őszi káposztarepce és az őszi árpa termesztése*, illetve az átlagosnál gyengébb adottságú területeken magas a kukoricatermesztés kockázata is. Termőhelyi adottságtól függetlenül *alacsony kockázattal* termeszthető a *napraforgó* a

térseégben. Búzánál, kukoricánál és napraforgónál lehetőség volt az átlag alatti és feletti adottságú területek termelési kockázatának az összehasonlítására. Kukorica és napraforgó esetén megállapítható, hogy rosszabb évjáratokban az átlagosnál jobb termőhelyi adottságú területekkel rendelkező gazdaságokban alacsonyabb a termelés kockázata, míg jobb évjáratokban a közel azonosak a relatív szórás értékei. Búza esetén fordított a helyzet, kedvezőbb években érvényesül inkább a jobb termőhely termésingadozást kiegyenlítő hatása.

A kockázati források közül a növénytermesztésben kiemelkedő szerepe van a termelési kockázatnak. Dolgozatom első részében a termelési kockázat elemzésekor arra mutatok rá, hogy a *döntéshozó kockázati magatartásától függetlenül jelen van a kockázat a termelésben*. Mind a gyakorlati szakembereknek, mind a kutatóknak *számszerűsített ismeretekre* van szükségük a különböző ágazatok kockázatáról, mert a fejlett és versenyképes, a termőhelyi adottságokat figyelembe vevő növénytermesztés igényli ezeket a kutatási eredményeket is.

A termelési kockázat csak egy kockázati forrás, ezért fontosnak tartom, és terveim között szerepel a gazdasági kockázat elemzése is.

- ***A vetésszerkezet optimalizálása a kockázat figyelembe vételével***

A lineáris programozási modell a jövedelemmaximalizálásra szolgál, determinisztikus jellege miatt kevésbé alkalmas a kockázat figyelembevételére. Az érzékenységvizsgálatok során az árnyékárak megfelelő értelmezése segíthet bennünket a kockázat elemzésében is.

Nem hagyhatjuk figyelmen kívül azt a tényt, hogy a lineáris programozással előállított tervváltozatok általában a legnagyobb kockázatúak. A döntéshozók nem mindig a legnagyobb jövedelemmel bíró terveket választják, a kockázati magatartásuk befolyásolja döntésüket. A választási lehetőséget teremthetjük meg a kockázatprogramozási modellek igénybevételével. Ezekben a modellekben a kockázatot a jövedelemingadozással jellemezzük. A MOTAD modellben az átlagos jövedelemtől vett negatív irányú eltérésekkel, a kvadratikus modellben a varianciával számszerűsítjük a kockázatot. Mindkét esetben – az elvárt jövedelmet használva paraméterként – tervváltozatokat készítünk és az efficiens görbék illetve a relatív változási arányok

segítségével a döntéshozó kiválaszthatja az egyéni hasznosságához leginkább idomuló tervet.

Az esettanulmányban megvizsgáltam, hogyan alakulnak az efficiens tervek támogatott és támogatás nélküli környezetben. Megállapítható, hogy a MOTAD modell alkalmazásakor a termelési szerkezetben és a kockázatban is jelentős eltérések mutatkoznak. A támogatásnál nagyobb, a támogatás nélküli esetben kisebb jövedelemáldozatnál figyelhető meg az E-M efficiens határgörbén az a meredekség-változás, ami után a további jövedelemáldozat arányaiban túlságosan kevés kockázatcsökkenéssel jár, és ezért további jövedelemcsökkenést még egy szigorúan kockázattellenes döntéshozó sem fogad el. Mindez arra enged következtetni, hogy *a kockázattellenes döntéshozók támogatás esetén gyakrabban választhatnak alacsony várható értékű terveket, ami hosszú távon a versenyképességet rontja.*

Az adaptív tervezés egyik feltétele a fejlett tervezési módszerek alkalmazása. A lineáris programozás és a kockázatprogramozási modellek együttes alkalmazása hatékonyabb döntéshozatalt tesz lehetővé. A gyakorlati megvalósításra az oktatás, a kutatás és a szaktanácsadás összehangolt működése ad lehetőséget, amelyben fontos szerepet játszik az informatikai eszközrendszer is. Az így kialakuló szakértői rendszerekben a kockázatkezelési alkalmazásoknak is fontos szerep juthat.

További terveim között szerepel a mezőgazdasági döntéshozók kockázati magatartásának elemzése, mintegy folytatásaként az itt megkezdett munkának.

- ***Az értékesítési kockázat csökkentése optimális búzaértékesítési stratégiák segítségével***

A növénytermesztési ágazat sajátossága, hogy a végtermékek egy, a biológiai adottság által meghatározott időszakban jelennek meg, viszont ezek felhasználása folyamatos. Az értékesítési árak mindig a betakarítási időszakban a legalacsonyabbak, majd ezt követően egy többé-kevésbé jól körülhatárolható szezonális ingadozást mutatnak. Ebből adódóan, mind a termelők oldalán, mind a gabona-felhasználó ágazatokban jelentősen nő a gazdasági kockázat. A kockázat csökkentésére határidős tőzsdei ügyletek, illetve terménytőzsdei opciók vehetők igénybe, de az Európai Unió országaiban ezek a technikák a termelők körében még kevésbé elterjedtek.

A probléma megoldására egy olyan *dinamikus szimultán pénzügyi modellt* készítettem, amely a klasszikus kockázatkezelési eljárások alkalmazása mellett együttesen kezeli a készletezési, tőkelekötési költségeket és maximális vállalati jövedelem elérését teszi lehetővé.

Az árelőrejelzések mindig hibával terheltek. Minél hosszabb távú az előrejelzés, annál nagyobb az esélye a tényleges adatoktól való eltérésnek. *A különböző módszerek összehasonlítására, és a folyamatos ellenőrzésre alkalmas a követőjel.*

Az elkészített modell a vállalati gyakorlatban is hasznosítható, az optimális értékesítési stratégia kiválasztása és alkalmazása javítja a növénytermesztés vállalkozások versenyképességét.

## 7. AZ ÉRTEKEZÉS FONTOSABB MEGÁLLAPÍTÁSAI, ÚJ ILLETVE ÚJSZERŰ EREDMÉNYEI

- **A termelési kockázat elemzése területén**

- *Az Európai Unióhoz 2004-ben csatlakozott országokban mind abszolút, mind relatív értelemben magasabb a növénytermesztés termelési kockázata, mint a fejlett nyugat-európai országokban. Magyarország valamennyi növénytermesztési ágazat esetén a legkockázatosabb országok közé tartozik.*
- *Az Észak-alföldi Régióban a legkockázatosabb az őszi káposztarepce és az őszi árpa termesztése, illetve az átlagosnál gyengébb adottságú területeken magas a kukoricatermesztés kockázata is. Termőhelyi adottságtól függetlenül alacsony kockázattal termeszthető a napraforgó. Kukorica és napraforgó esetén megállapítható, hogy rosszabb évjáratokban az átlagosnál jobb területekkel rendelkező gazdaságokban alacsonyabb a termelés kockázata, míg búza esetén ilyenkor nem tapasztalható különbség a relatív szórás értékekben.*

- **A vetésszerkezet optimalizálása területén**

- *Az adaptív és optimalizáló tervezés a növénytermesztés versenyképesség növelésének elengedhetetlen feltétele. A dolgozatban bemutattam, hogy a lineáris programozási modell és a kockázatprogramozási modellek együttes alkalmazásával a gazdálkodók döntései megalapozottabbá tehetők és a kockázati magatartásuknak megfelelően választhatnak a lehetséges tervek közül.*

- **Az optimális búzaértékesítési stratégiák kialakítása területén**

- *A búzaértékesítés kockázatkezelésében egy dinamikus, szimultán lineáris programozási modellt készítettem, amelyben figyelembe vettem a havi pénzforgalmi egyenlegeket, a hitelfelvételt, a rövid távú alternatív tőkebefektetési lehetőségeket, és a készletezési költségeket is. A modell alkalmazásával megalapozottabbá tehetők az értékesítési döntések.*

## ÖSSZEFOGLALÁS

A vállalkozások egyik legfontosabb célja a kielégítő mértékű és viszonylag garantált profit elérése. A mezőgazdaságban ezt olyan körülmények között kell elérni, hogy a termelési szerkezet tervezésekor a döntéshozónak nincs pontos információja sem a megtermelt és értékesítendő végtermék mennyiségéről, sem az áráról, sőt az input anyagok költsége sem számítható ki előre.

A döntéshozás során ismernünk kell az egyes ágazatok termelésének kockázatát a tágabb környezetünkkel összehasonlításban és térségi szinten is. Ennek ismeretében megalapozottabban választhatjuk ki azokat az ágazatokat, amelyekkel versenyképes gazdálkodás folytatható. Dolgozatomban az Európai Unió 15 országa főbb növénytermesztési ágazatainak a termelési kockázatát vizsgáltam, illetve az Észak-alföldi Régió főbb szántóföldi kultúráinak termőhelyenkénti kockázatát elemeztem.

Közismert, hogy a növénytermesztés az egyik legkockázatosabb ágazat a mezőgazdaságon belül. Az Európai Unió országain belül Magyarország növénytermesztése a legkockázatosabb. A *búza* és *cukorrépa* termesztésnél mind a *szórás*, mind a *szemi szórás értékek a legmagasabbak* közé tartoznak. A *repce* az egyetlen növény, ahol a középmezőnyben foglalunk helyet. De összességében az újonnan csatlakozott országok mind abszolút, mind relatív értelemben magasabb kockázattal termelnek. Ez az extrémebb éghajlati adottságokkal, és alacsonyabb mezőgazdasági színvonallal magyarázható. Térségünk, az Észak-alföldi Régió termőhelyi adottság tekintetében igen heterogénnek tekinthető. A *legkockázatosabb* az *őszai káposztarepce*, és az *őszai árpa termesztése*, illetve az átlagosnál gyengébb adottságú területeken magas a kukoricatermesztés kockázata is. Termőhelyi adottságtól függetlenül alacsony kockázattal termeszthető a napraforgó a térségben. *Kukorica és napraforgó esetén megállapítható, hogy rosszabb évjáratokban az átlagosnál jobb területekkel rendelkező gazdaságokban alacsonyabb a termelés kockázata*, míg jobb évjáratokban a termésátlagok relatív szórásai közel azonosak. *Búza esetén fordított a helyzet*, kedvezőtlen években közel azonos a relatív szórás az átlagosnál jobb és rosszabb adottságú gazdaságokban egyaránt, míg a jó évjáratokban egyértelmű az átlagosnál magasabb aranykorona értékű területeken gazdálkodók kockázati előnye. *Ezért különösen fontos, hogy a termőhelyi adottságok figyelembevételével történjen a növénytermesztés.*

A kockázat mérsékelhető nemzeti és európai szinten is állami beavatkozásokkal, illetve vállalati szinten biztosítással, vagy az értékesítés-beszerzés területén tőzsdei ügyletekkel is. De ezen kívül nagy tartalékok rejlenek a tervezésben is. Azok a növények, amelyek bekerülhetnek a termelési szerkezetbe, versenyeznek a meglévő erőforrásokért. E verseny és a céljainkat leginkább kifejező gazdasági mérőszámok alapján alakulnak ki a vetésterületi arányok. A döntéseinket azonban a kockázati magatartásunk mindig befolyásolja. A döntéshozók sok esetben hajlandók lemondani valamennyi jövedelemről, ha az elvárt eredmény nagyobb biztonsággal következik be. Azt, hogy mennyi lesz a jövedelemáldozat, azt a kockázatvállalásuk, saját hasznosságuk dönti el. A kockázatprogramozási modellek erre adnak lehetőséget. *A lineáris programozás és a kockázatprogramozási modellek egymást kiegészítő alkalmazásával a gazdálkodók döntései megalapozottabbá tehetők és a kockázati magatartásuknak megfelelően választhatnak a lehetséges tervek közül.* Dolgozatomban egy esettanulmányban mutattam be az alkalmazás lehetőségeit. Külön vizsgáltam az efficiens határon lévő terveket támogatással és támogatás nélkül. Megállapítottam, hogy a támogatások jelentős mértékben csökkentik a jövedelem szórását. A támogatásnál nagyobb, a támogatás nélküli esetben kisebb jövedelemáldozatnál figyelhető meg az E-M efficiens határgörbén az a meredekség-változás, ami után a további jövedelemáldozat arányaiban túlságosan kevés kockázatcsökkenéssel jár, és ezért további jövedelemcsökkenést még egy szigorúan kockázattellenes döntéshozó sem fogad el. Mindez arra enged következtetni, hogy *a kockázattellenes döntéshozók támogatás esetén gyakrabban választhatnak alacsony várható értékű terveket, ami hosszú távon a versenyképességet rontja.*

A gazdálkodók betakarításkor mindig szembesülnek azzal a ténnyel, hogy az árak ilyenkor a legalacsonyabbak. Felmerül a kérdés, hogy mikor és milyen mennyiséget értékesítsenek, hogy a lehető legnagyobb jövedelemre tegyenek szert, hogyan csökkentsék az értékesítésben rejlő kockázatot. A probléma megoldásának az első lépése a megfelelő árelőrejelző eszköz kiválasztása, illetve eredményeinek folyamatos ellenőrzése. Kutatásom során megállapítottam, hogy *a követőjel* alkalmas a megfelelő előrejelző módszer kiválasztására, és kontrollálására. A következő lépés a megfelelő értékesítési stratégia kiválasztása. Itt az értékesítési árakon túl figyelembe kell vennünk a havi pénzforgalmi egyenlegeket, a hitelfelvételt és annak kondícióit, az alternatív

tőkebefektetési lehetőségeket, és a készletezési költségeket is. Mindezek együttes optimalizálását valósítottam meg egy vállalati pénzforgalmat optimalizáló modell átalakításával. A modellt egy esettanulmány elkészítésével ellenőriztem, és érzékenységvizsgálatokkal mutattam be gyakorlati alkalmazási lehetőségeit.

## SUMMARY

One of the most important purposes of the undertakings is to reach a sufficient level and a relatively guaranteed profit. This must be reached in such circumstances when, in the course of planning the production structure, the decision-maker does not have information either about the quantity of the produced and end-products to be sold or about their prices, furthermore, even the cost of inputs cannot be predicted.

In the course of decision-making, we must know the production risk of each enterprise in comparison with their wider environment and also on a regional level. In the light of this, we can choose those enterprises in a more established way, with which a competitive farming can be done. In my paper I analyzed the production risk of the main crop enterprises in fifteen countries of the European Union, and I have also analyzed the risk of main crop cultures in the North Great Plain Region by production sites.

It is known that crop production is one of the riskiest enterprises in agriculture. Within the European Union Hungary is one of the most hazardous countries. The values of standard deviation and semi deviation for wheat and sugar beet production are the highest. Rape is the only crop, with which we take place in the middle. On the whole, new member states produce with higher risk both in absolute and relative sense. This can be explained with the more extreme climatic conditions and with the catching-up social, economic environment. In point of the natural conditions, the North Great Plain Region can be considered a relatively heterogeneous area. The riskiest is the production of winter colza and winter barley and corn production's risk is also high on fields which quality is lower than the average. Irrespectively of field characteristic turnsole can be grown with low risk. It can be demonstrated for corn and turnsole that in worse years in those undertakings that possess above average fields the production risk is lower, while in better years the values of relative deviation are almost the same. In case of wheat the state is in reverse: in adverse years the values of relative deviation are almost the same in farms with better and worse conditions, while in favorable years the farmers' risk advantage is obvious in farms with above-the-average fields. That is why it is especially important to produce crops with considering the conditions of production sites.

Risk can be moderated by state interferences on a national and European level as well, and by insurance on the level of undertakings, or on the field of marketing-purchasing by futures. However, besides these there are great reserves in the planning as well. Those crops, which can get into the production structure, compete for the extant resources. The production area rates can evolve according to this competition and to the economic measures that express our aims. However, our decisions are not always effected by our risk behavior. Decision-makers are willing to surrender of some income if the expected result occurs with a higher certainty. The amount of opportunity cost is decided by their exposures and their own subservience. Risk programming models give an opportunity for this. By the complementary usage of linear programming and risk programming models the farmers' decisions can be made more established and accordingly to their exposure they can choose from the possible plans. In my paper I have presented the opportunities of the application in a case study. I examined individually the efficient limit plans with and without assist set. I have concluded that assists moderate significantly the deviation of the income. The change of slope can be observed by in the case of assisted version the opportunity cost is higher, and in the non-assisted version the opportunity cost is lower on the E-M efficient curve, after that further opportunity cost happens with less risk moderation, and therefore, further income decrease will not be accepted by even a person who is strictly against the risk. All these suggest that decision-makers who are against the risk can choose often plans with low expected value, which worsens the competitiveness in a long term.

At harvest farmers are always faced by the fact that prices are the lowest at this time. It also brings forth the question that when and how much to market to reach the maximum possible income and how to reduce the marketing risk. The first step of the problem's solution is choosing the proper price forecasting mean and the continuous control of its results. During my research, I have concluded that the follower mark is suitable for choosing the proper forecasting tool and for its control. The next step is choosing the proper marketing strategy. We must take into consideration, beside the marketing prices, the cash-flow balances by months, borrowing and its conditions, alternative capital investment opportunities and stock-piling costs as well. I have executed the joint optimization of these by transforming an enterprise cash-flow optimizing model. I have checked the model by making a case study, and I have presented its practical adaption opportunities by sensitivity analyses.

## IRODALOMJEGYZÉK

1. A BIZOTTSÁG KÖZLEMÉNYE A TANÁCSNAK a mezőgazdaságban a kockázat- és válságkezelésről COM(2005) 74 final; <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2005:0074:FIN:HU:PDF> (2006. 12.12.)
2. ALFORD A. R. – GRIFFITH G. R. – CACHO O. (2004), A Northern Tablelands Whole-Farm Linear Program for Economic Evaluation of New Technologies at the Farm-Level, Economic Research Report No.13, NSW Agriculture, Armidale, March. [http://www.dpi.nsw.gov.au/\\_data/assets/pdf\\_file/0005/146570/err-13-A-Northern-tablelands-whole-farm-linear-program-for-the-economic-evaluation-of-new-technologies-at-the-farm-level.pdf](http://www.dpi.nsw.gov.au/_data/assets/pdf_file/0005/146570/err-13-A-Northern-tablelands-whole-farm-linear-program-for-the-economic-evaluation-of-new-technologies-at-the-farm-level.pdf) (2007.11.22.)
3. ANDERSON J. R. – DILLON J. L. (1992): Risk Analysis in Dryland Farming Systems. Farming Systems Management No.2., FAO, Rome
4. ANDERSON J.R. – DILLON J.L. – HARDAKER J.B. (1977): Agricultural Decision Analysis. The Iowa State University Press, Ames, Iowa
5. AUDSLEY E. (2001) Agricultural mechanisation and automation: Expenditures and returns. UNESCO Encyclopedia of Life Support Systems <http://www.cranfield.ac.uk/sas/naturalresources/research/projects/silsoewholefarmmodel.jsp> (2004.09.12.)
6. AUMELL R. G. – P.Ag. – CAC – AUMELL AGRI-CONSULTING (2004): Managing farm business risk. Canadian Farm Business Management Council (CFBMC). [www.farmcentre.com](http://www.farmcentre.com) (2007.12.14.)
7. BAKIR M. A. – BYRNE M. D. (1998): Stochastic linear optimisation of an MPMP production planning model, International Journal of Production Economics 55 p. 87-96.
8. BÁCS Z. – FENYVES V. (2005) Vállalkozások pénzügyei és elszámolása Szaktudás Kiadó Ház Budapest ISBN963 9553
9. BÁCS Z. (2003): Az étkezési búza tőzsdei áralakulásának elemzése, Agrárgazdaság, vidékfejlesztés és agrárinformatika az évezred küszöbén, DE-ATC kiadvány, Debrecen, <http://www.avacongress.net/ava2003/cd/pdf/D145.pdf> (2006.12.18.)

10. BÁCSKAI T. – HUSZTI E. – MESZÉNA GY. – MIKO GY. – SZÉP J. (1976): A gazdasági kockázat mérésének eszközei. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest
11. BÁLINTFY J. (1976): A mathematical programming system for food management applications. Interfaces 6 no.1, pt.2; p.13-31.
12. BALOGH P. (2003): Prognosztizáló módszerek alkalmazása az árelemzésben Agrártudományi Közlemények 10, Acta Agraria Debreceniensis különszám 240-247. p.
13. BALOGH P. (2004): Nagyüzemi sertéstartás eredményességét meghatározó tényezők gazdasági elemzése az Észak-Alföldi régió néhány gazdaságában PhD doktori disszertáció, Debrecen, 175 p.
14. 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
15. BALOGH P. (2008a) Sertéstartó vállalkozások gazdálkodási kockázatának elemzése az Észak-Alföldi régióban, XI. Nemzetközi Tudományos Napok Gyöngyös Vállalkozások ökonómiája I. 6-13. p.
16. BALOGH P. (2008b): Kockázati tényezők feltárása A Sertés XIII. évfolyam 1. szám 2008/1. NEDVET Bt. 22-24. p.
17. BALOGH P. – ERTSEY I. – NAGY L. – FENYVES V. (2008): Analysis and optimization of the structure of Hungarian pork integration as a general network flow. 8th International Conference on Management in AgriFood Chains and Networks. Abstract: p.18. and a pendrive enclosure. Netherlands, Wageningen.
18. BARRY P. J. – ESCALANTE C. L. – BARD S. K. (2001): Economic Risk and the Structural Characteristics of Farm Business. Agricultural Finance Review 61/1: p. 73-86.
19. BÉLYÁCS I. (2004): A kockázat változó szerepe az értékszámításban <http://www.mta.hu/fileadmin/szekfoglakok/000873.pdf> (2007.02.19.)
20. BLACK F. – SCHOLES M. (1973): The pricing of Options and Corporate Liabilities, Journal of Political Economy, 81: p. 637-659
21. BOBIN C. A. (1997): Terménytőzsdei opciók Kereskedelem Kockázatkezelés Fedezeti Opciók, AGROINFORM Hungarian translation

22. BOCZ E. (1996): Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest
23. BOUZAHER A. – OFFUTT S. (1991): Stochastic Linear Programming Model for Corn Residue Supply,[90-WP 70] (Revised(Paper provided by Center for Agricultural and Rural Development (CARD) at Iowa State University in its series Center for Agricultural and Rural Development (CARD) Publications with number 90-wp70.); <http://www.card.iastate.edu/publications/DBS/PDFFiles/90wp70.pdf> (2005.11.27.)
24. 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
25. CARINO H. – LENOIR C. (1988): Optimizing wood procurement in cabinet manufacturing. Interfaces 18. no.2 p.11-19.
26. CHEUNG H. – ANGER J. (1976): Linear programming on land use allocation. Socio-economic planning science 10. p.43-45.
27. CSÁKI CS. (1982): Mezőgazdasági rendszerek tervezése és prognosztizálása. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest
28. CSÁKI CS. – MÉSZÁROS S. (1981): Operációkutatási módszerek alkalmazása a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest
29. CSÁKI CS. – VARGA GY. (1976): Vállaltfejlesztési tervek lineáris dinamikus modellje. Akadémiai kiadó, Budapest
30. DOBSON G. – KALISH S. (1988): Positioning and pricing a product line. Marketing Science 7. p.107-126.
31. DODSON C. B. – KOENIG S. R. (2003): "Explaining County Level Variability in Farm Service Agency Farm Land Program". Agricultural Finance Review 63/2: p. 193-212.
32. DRIMBA P. (1998a): A kockázat figyelembe vétele a mezőgazdasági döntési modellekben. PhD értekezés, Debrecen 121 p.
33. DRIMBA P.(1998b): Optimális vállalati terv meghatározásának egy módja a kockázat figyelembevételével. DATE Tudományos Közleményei. 33.
34. DRIMBA P. – ERTSEY I. (1999): Havi pénzforgalom tervezése programozási modellekkel, Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok, Debrecen 67-70.p.
35. DRIMBA P. – ERTSEY I. (2003a): Bizonytalansági és kockázati kritériumok alkalmazása a műtrágyázás kukorica hozamára való hatásának vizsgálatához. Agrárgazdaság, vidékfejlesztés és agrárinformatika az évezred küszöbén.

- Nemzetközi konferencia. Debreceni Egyetem, ATC. 278. p.  
<http://www.avacongress.net/ava2003/cd/pdf/D241.pdf> (2007.06.19.)
36. DRIMBA P. – ERTSEY I. (2003b): A kukorica terméseredményeinek elemzése a műtrágyázás függvényében, a kockázat figyelembevételével. In: Nagy J. (eds.): Kukorica-hibridek adaptációs képességének és termésbiztonságának javítása. Civis-Copy Kft, Debrecen, 2003. 149-163.p.
  37. DRIMBA P. – ERTSEY I. (2008): Elméleti és módszertani alapok. A kockázat forrásai, kockázatelemzési és becslési módszerek. in: Hatékonyság a mezőgazdaságban (Elmélet és gyakorlat) szerk.: Szűcs I. – Farkasné F. M., Agroiinform Kiadó, Budapest 280-295. p.
  38. DRIMBA P. – NAGY J. – SUM O. (2000): Selection of Maize Hybrids with Risk-examination Method. Cereal Research Communications 28. 1-2. p.109-115
  39. ERTSEY I. (1974): A lineáris programozás alkalmazása a termelőszövetkezetek távlati fejlesztési tervének készítésében. Doktori értekezés kézirat. Debreceni Agrártudományi Egyetem, 134.p.
  40. ERTSEY I. (1986): Some methodological problems of modelling crop production. Bulletin for Applied Mathematics XLIII. köt.
  41. ERTSEY I. (1987): L' Effet de la spécialisation et risque sur le rentabilité de la production végéale. V. European Congress of Agricultural Economists. Balatonszéplak.
  42. ERTSEY I. (1990): A kockázat mérésének módszertani kérdései a növénytermesztésben. Tiszántúli Mezőgazdasági Tudományos Napok előadás-kivonatai. Debrecen. 274-275. p.
  43. ERTSEY I. – KÁRPÁTI L. (1981): Növénytermesztési ágazatok számítógépes interaktív tervezési-elemzési rendszere. XI. Magyar Operációkutatási Konferencia előadás-kivonatai. Miskolc.
  44. 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.
  45. Európai Gazdasági és Szociális Bizottság VÉLEMÉNY (2005): „Az Európai Bizottság közleménye a Tanácshoz »Kockázat- és válságkezelés a mezőgazdaságban« címmel”
  46. EUROSTAT adatbázis [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?\\_pageid=1090,30070682,1090\\_30298591&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page?_pageid=1090,30070682,1090_30298591&_dad=portal&_schema=PORTAL) (2007. 12.11.)

47. FARNUM N.R. – STANTON L.W. (1989): Quantitative forecasting methods. PWS-KENT Publishing Company, Boston p. 57-63.
48. FENYVES V. (2008): A magyar juhágazat egyes gazdasági tényezőinek elemzése. PhD értekezés, Debrecen
49. FISHBURN P.C. (1964): Decision and Value Theory. Publications in Operations Research, No. 10. New York: John Wiley and Sons.
50. GALÓ M. – GYURICSKU K. (1997): Statisztika II. Nyíregyháza, GATE Főiskolai Kar
51. GARVIN W. W. – CRANDALL H. W. – JOHN J. B. – SPELLMAN R. A. (1957): Applications of linear programming in the oil industry. Management Sciences 3 p.407-430.
52. GLASSEY R. – GUPTA V. (1975): An LP analysis of paper recycling. In: Studies linear programming. Ed.: SALKIN H. – SAHA J. New York: North-Holland
53. GOCKLER L. (2007a): Mezőgazdasági gépek ára és üzemeltetési költsége 2007-ben. Mezőgazdasági Gépüzemeltetés 2007. 1.sz. FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Gödöllő 40 p.
54. GOCKLER L. (2007b): Mezőgazdasági gépi munkák költsége 2007-ben. Mezőgazdasági Gépüzemeltetés 2007. 2.sz. FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet, Gödöllő 32 p.
55. HANF E. (1970): Über Entscheidungskriterien bei Unsicherheit, Alfred Strothe Verlag, Hannover
56. HANOCH G. – LEVY H. (1969): The efficiency analysis of choices involving risk. Rev. Econ. Stud. 36. p. 335-346.
57. HARDAKER J.B. – HUIRNE R.B.M. – ANDERSON J.R. (1997): Coping with Risk in Agriculture. CAB International, Wallingford p. xi + 274.
58. 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 p. 253-270.
59. HARNOS ZS. (1991): Az alkalmazkodó mezőgazdaság rendszere. (Módszertani kutatások) KÉE-AKAPRINT, Budapest
60. HARNOS ZS. (1996): Modelling crop response in Hungary. In: Climate Change, Climate Variability and Agriculture in Europe. Eds.: P. A. Harrison, R. E. Butterfield and T. E. Downing. Oxford, Environmental Change Unit, University of Oxford p.179-190

61. HARNOS ZS. (1998): A klímaváltozás várható alakulása és hatása néhány gazdasági növény termesztetőségére In: Az éghajlatváltozás és következményei. Meteorológiai Tudományos Napok '97 OMSz, Budapest, 55-67.p.
62. HARTLEY R. (1971): Decision making whwen joint products are involved. Accounting Rewiew p.746-755.
63. HAZELL P. B. R. (1971): A Linear Alternative to Quadratic and Semivariance Programming for Farm Planning Under Uncertainty. Amer. J. Agr. Econ. p.53-62.
64. HAZELL P. B. R. – NORTON R. D. (1986): Mathematical Programming for Economic Analysis in Agriculture. Macmillan Publishing Company, New York
65. HAZELL, P.B.R. – B. HOJJATI. (1995): "Farm/Non-farm Growth Linkages in Zambia". Journal of African Economies 4: p. 406-35
66. HEADY E. O. (1957): Economics of agricultural production and resource use. Prentics-Hall, Englewood Cliffs N.Y.
67. HEADY E. O. – CANDLER W. (1958): Linear programming methods. Iowa States University Press, Ames
68. HUNYADI L. – MUNDRUCZÓ GY. – VITA L. (1996): Statisztika. BKE, Aula Kiadó
69. JAIN S. K. – STOTT K. L. – VASOLD E. G. (1978): Orderbook balancing using a combination of LP and heuristic techniques. Interfaces 9. no.1. p.55-67.
70. JOHNSON D. G. (1947): Forward Prices for Agriculture. University of Chicago Press, Chicago.
71. JORGENSEN, E. (2000): Monte Carlo simulation models: Sampling from the joint distribution of "State of Nature"-parameters. In: Van der Fels-Klerx, I.; Mourits, M. (eds). Proceedings of the Symposium on "Economic modelling of Animal Health and Farm Management", Farm Management Group, Dept. of Social Sciences, Wageningen University, p. 73-84.
72. KAY R. D. – EDWARDS W. M. (1994): Farm Management. McGraw-Hill, INC, New York
73. KERÉKGÁRTÓ GY.-né – MUNDRUCZÓ GY. – SUGÁR A. (2003): Statisztikai módszerek és alkalmazásuk a gazdasági, üzleti elemzésekben. Aula Kiadó 573 p.
74. KINDLER J. (1989): Döntésméleti előfeltevések kritikája, doktori értekezés, BKE

75. KINDLER J. (1997): A környezeti kockázat elmélete és a kockázatok kezelése. In: Vállalati környezetmenedzsment Szerk: Kerekes S.-Kindler J. ,Budapest 169-214.p. <http://mek.niif.hu/01400/01457/01457.pdf> (2007.12.28.)
76. KNIGHT E.H. (1921): Risk, Uncertainty and Profit. New York. <http://www.econlib.org/library/Knight/knRUPCover.html> (2006.08.25.)
77. KOBZAR O. A. (2006): Whole-farm risk management in arable farming: portfolio methods for farm-specific business analysis and planning. PhD thesis Wageningen University – With references – With summaries in English and Dutch 156 p.
78. KÓBOR Á. (2003): A piaci kockázatomérési eszközök alkalmazási lehetőségei a pénzügyi stabilitás elemzésében. Ph.D. értekezés, Budapest 181 p.
79. KOESTER U. (1979): National and International Aspects of Commodity Stabilisation Schemes. European Review of Agricultural Economics, 6. évf. 2. sz. p. 233-256.
80. KOLTAI T. (2006): Termelésmenedzsment, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Typotex, Budapest 275 p.
81. KOVÁCS S. – ERTSEY I. – BALOGH P.(2007a): Technological and economic risk analysis of laying hen breeding applying simulation. Joint IAAE-EAAE Seminar, Agricultural Economics and Transition: „What was expected, what we observed, the lessons learned”. Corvinus University, Budapest, CD-issue
82. KOVÁCS S. – ERTSEY I. – BALOGH P.(2007b): Bayesi statisztikán alapuló Monte Carlo szimuláció alkalmazása a tojótyúk nevelés technológiai kockázatának vizsgálata során, Agrárgazdaság, Vidékfejlesztés, Agrárinformatika AVA3 nemzetközi konferencia CD-kiadvány, Debrecen
83. KOZÁR L. (2003): A határidős és az opciós hedge nyújtotta lehetőségek a gabonatermelők jövedelembiztosításában, Agrártudományi Közlemények 2003.12. 72-80 p. Debrecen
84. KÖGL, H. (1980): Zur Anwendung von Verfahren der mathematischen Programmierung für die Betriebsplanung unter Unsicherheit. Landbauforschung Völkenrode. Sonderheft 54
85. KÖLES I. (1975): Kísérlet egy sztochasztikus programozási modell alkalmazására a mezőgazdasági vállalatok tervezésében, Gazdálkodás, XIX. évfolyam, 3. szám, 13-21.p.
86. KREKÓ B. (1965): Mátrixszámítás. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest

87. KREKÓ B. (1966): Lineáris programozás. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest
88. KREKÓ B. (1972): Optimumszámítás. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest
89. 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
90. LANGEVELD J.W.A. – VERHAGEN A. – METSELAAR, K. (2003): Coping with increasing extremes in agriculture: an exploration for the Netherlands. World resource review, 15(4): p. 446-461.
91. LANZENAUER C. H. – HARBAUER E. – JOHNSTON B. – SHUTTLEWORTH D. H. (1987): RRSP Flood: LP to the rescue. Interfaces 17 no.4 p.27-41.
92. MADAI H. – NÁBRÁDI A. (2005): Kockázati tényezők és kockázatkezelési módok vizsgálata a magyar juhágazatban In: Jávör A.-Pfau E. (szerk): A mezőgazdaság tökeszükséglete és hatékonysága. Debreceni Egyetem, 186-191.p.
93. MANCZEL J. (1983): Statisztikai módszerek alkalmazása a mezőgazdaságban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1983.
94. MARKOWITZ H. (1959): Portfolio selection, efficient diversification of investments. New York, Wiley
95. MAROS I. – ZSILINSZKY G.(szerk.)(1981): Új Magyar Lexikon Kiegészítő Kötet, Akadémiai Kiadó, Budapest 298.p.
96. MISHRA A. K. – MOREHART M. J. (2001): Off-farm Investments of Farm Households: a Logit Analysis. Agricultural Finance Review 61/1: p. 87-101.
97. MISHRA A. K. – EL-OSTA H. S. (2001): A Temporal Comparison of Sources of Variability in Farm Household Income. Agricultural Finance Review 61/2: p.181-198.
98. MUN J. (2004): Applied Risk Analysis. John Wiley&Sons, Inc., Hoboken, New Jersey
99. Mezőgazdasági és Vidékfejlesztési Hivatal 36/2006. (V. 16.) MVH KÖZLEMÉNYE a gabonafélék 2005/2006. gazdasági évben történő intervenciós felvásárlásáról szóló 113/2005. (X. 28.) MVH közlemény módosításáról és kiegészítéséről,  
[http://209.85.129.132/search?q=cache:Eh\\_FRpEjS8AJ:www.mvh.gov.hu/wps/wc](http://209.85.129.132/search?q=cache:Eh_FRpEjS8AJ:www.mvh.gov.hu/wps/wc)

[m/resources/file/eb3a4003d7bb74e/362006mvh.pdf+MVH+36/2006+\(V.16.\)&cd=1&hl=hu&ct=clnk](http://m/resources/file/eb3a4003d7bb74e/362006mvh.pdf+MVH+36/2006+(V.16.)&cd=1&hl=hu&ct=clnk) (2007.02.19.)

100. MYERS S. – POGUE C. (1974): A programming approach to corporate financial management. *Journal of Finance* 29 p.579-599.
101. NEAVE E. – WIGINTON J. (1981): *Financial management: Theory and Strategies*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall
102. NEMESSÁLYI ZS. (1992): *Farmgazdálkodás*. Mezőgazda Kiadó, Budapest
103. NEUMANN J. – MORGENSTERN O. (1947): *Theory of Games and Economic Behavior*. Princeton University Press. Princeton.
104. PÁLINKÁS P. – SZÉKELY CS. (2008): A mezőgazdasági vállalkozások döntéseit befolyásoló kockázati tényezők, és lehetséges kockázatkezelési eszközök nemzetközi összehasonlításban. XI. Nemzetközi Tudományos Napok, Gyöngyös 89-95. p.
105. PFAU E. – SZÉLES GY. (2001): *Mezőgazdasági üzemtan II.*, Szaktudás Kiadó, Budapest 510 p.
106. PUSZTAI F. (2003): *Magyar Értelmező Kéziszótár*. Akadémiai Kiadó, Budapest
107. Risk Management Tools for EU Agriculture – Mezőgazdasági Főigazgatóság munkadokumentuma: [http:// europa. eu. int/ comm/ agriculture/ publi /insurance /index \\_en.htm](http://europa.eu.int/comm/agriculture/publi/insurance/index_en.htm). (2007.11.29.)
108. RAGSDALE C.T. (2007): *Spreadsheet modeling & Decision Analysis: A practical introduction to management science*. Thomson South-Western
109. ROBICHEK A.A. – Teichroew D. – Jones J.M. (1965): Optimal short-term financing decisions. *Management Sciences* 12. p.1-36.
110. ROHN E. (1987): A new LP approach to bond portfolio management. *Journal of Financial and Quantitative Analysis* 22. p.439-467.
111. RUSSEL, R. S. – TAYLOR, B. W. (1998): *Operations Management, Focusing on quality and competitiveness*, New Jersey: Prentice Hall, p. 610-613.
112. SCHULTZ T. W. (1945): *Agriculture in an Unstable Economy*. McGraw-Hill, New York.
113. SHARPE W. (1963): A Simplified Model for Portfolio Analysis. *Management Sciences* 9 p. 277-293
114. STIGLER G. (1945): The cost of subsistence. *Journal of Farm Economics* 27. p. 303-314.

115. SULLIVEN R. – SECREST S. (1985): A simple optimization DSS for production planning at Dairyman's Cooperative Creamery Association. Interfaces 15 no.5. p.46-54.
116. SZENTPÉTERI, SZ-NÉ (1980): Gazdasági döntések bizonytalanság esetén. Közgazdasági és Jogi Kiadó, Budapest
117. SZÉKELY CS. – PÁLINKÁS P. (2008): Kockázatkezelés az európai mezőgazdasági vállalkozásokban, Agroforum, 19.évf. 11. szám 5-8.p.
118. SZŰCS I. (2004): Alkalmazott statisztika. Agroinform Kiadó, Budapest
119. TÓTH J. (1969): A takarmánygazdálkodás matematikai tervezése. Akadémiai Kiadó, Budapest 165 p.
120. TÓTH J. (1973): A termelési tényezők felhasználásának optimalizálása a mezőgazdaságban. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest 232. p.
121. TÓTH J. (1981): Mezőgazdasági vállalatok automatizált tervezése, Mezőgazdasági kiadó, Budapest 240. p.
122. TRIOLA M. F. – FRANKLIN L. A.(1994): Business Statistics :Understanding populations and processes. Addison-Wesley Publishing Company, Inc, New York
123. WAGNER H. (1975): Principles of operations research 2d ed. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall 937 p.
124. WATSON, H. (1981): Computer Simulation in Business. New York: Wiley 228 p.
125. Webster's Online Dictionary: <http://www.websters-online-dictionary.org/definition/risk> (2007.11.26.)
126. WEINGARTNER H. (1963): Mathematical programming and the analysis of capital budgeting. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall
127. WEINSCHENK G. (1991): Einzelbetriebliche Planungsmethoden II. Universitat Hohenheim. Hohenheim. 46.
128. WINSTON W. L. (1997): Operations Research Applications and Algorithms, Wadsworth Publishing Company, p. 863-870.
129. ZSEMBERY L. (2003): A volatilitás előrejelzése és a visszaszámított modellek. Közgazdasági Szemle, L. évf., 2003. június 519–542.p.

## PUBLIKÁCIÓK AZ ÉRTEKEZÉS TÉMAKÖRÉBEN

### Tudományos könyv/tankönyv szerkesztése magyar nyelven:

1. Szűcs I. – **Nagy L.** (2004): Gyakorlati alkalmazások. Az üzleti tervezés gyakorlata Campus Kiadó, Debrecen ISBN 963 86424 67 0,25

### Tudományos könyv/tankönyvrészlet magyar nyelven:

2. Ertsey I. – Molnár S. – **Nagy L.** (2005): Táblatörzskönyvek szerepe a növénytermesztés gazdasági elemzésében in: A mezőgazdaság tőkeszükséglete és hatékonysága szerk: Jávor A., Debrecen 122-128.p. ISBN 963 472 896 0 0,05
3. Balogh P. – Kovács S. – **Nagy L.** (2008): A termelési és gazdálkodási kockázat vizsgálata sztochasztikus modellekkel in: Hatékonyság a mezőgazdaságban (Elmélet és gyakorlat) szerk.: Szűcs I. – Farkasné F. M., Agroiinform Kiadó, Budapest 296-318 p. ISBN 978-963-502-889-4 0,05

### Idegen nyelvű tudományos folyóirat:

4. **Nagy L.** – Gál T. (2007): Reducing the economic risk of animal husbandry by adapting acquisition strategies for optimal feed commodity. Scientifical Papers Animal Sciences and Biotechnologies, Timisoara p. 279-285. ISSN 1221-5287 0,2
5. **Nagy L.** (2009): Some possibilities for risk analysis in the decision support of crop production. Apsctract (Applied Studies In Agribusiness And Commerce) Vol.3. No 1-2., Debrecen p.79-86. HU-ISSN 1789-221X 0,4

### Magyar nyelvű tudományos folyóirat idegen nyelvű összefoglalóval:

6. Ertsey I. – **Nagy L.** – Balogh P. (2001): Az állatvédelmi törvények telepí-szintű alkalmazásának gazdasági hatásai a sertésenyésztésben. 0,067 Agrártudományi Közlemények 1. 76-80. p. HU-ISSN 1587-1282
7. Bellon Z – **Nagy L.** – Ertsey Imre (2002): Informatikai alkalmazásokkal integrált növénytermesztési döntéstámogató rendszer. Szigma, 2002.XXXIII. 0,067 évfolyam 3-4. szám 159-167.p. ISSN 0039-8128
8. **Nagy L.** (2007): Mikor és mennyit vásároljunk? Optimális gabonavásárlási stratégiák. Agrártudományi közlemények, 2007/27, Debrecen 175-181. p. HU-ISSN 158731282 0,2

### Külföldön idegen nyelven teljes terjedelemben megjelent előadás:

9. Balogh P. – Ertsey I. – **Nagy L.** (2000): Effect of the EU Animal Welfare Act on the profitability of pig production in Hungary. System methods of management and metrological maintenance of production. Materials of International Scientific Conference. Uzhgorod 28-30 november 2000., p. 185-192. ISBN 9-6310-5732-2 0,1

- Balogh P. – Ertsey I. – **Nagy L.** – Kovács S.(2007): Examining the relative risk values of culling reasons in a large-scale pig farm, Sbornik Praci, Agrárni  
10. Perspektivy XVI., Evropské trendy v rozvoji zemědělství, Česká Zemědělská 0,075  
Univerzita V Praze, Provozne Ekonomická Fakulta, Praha, p. 1053-1059.  
ISBN 978-80-213-1675-1

- Balogh P. – Ertsey I. – **Nagy L.** – Kovács S.(2007): Risk analysis of a large-  
11. scale pig farm investment plan, Proceedings of the third scientific conference 0,075  
on Rural Development, Lithuania p.254-261. ISSN 1822-3230

- Nagy L.** – Gál T. (2007): Reducing market risk by adapting optimal cereal-  
12. acquisition strategies. Proceedings of the third scientific conference on Rural 0,15  
Development, Lithuania p.240-246. ISSN 1822-3230

- Balogh P. – Ertsey I. – **Nagy L.** – Fenyves V. (2008): Analysis and  
optimization of the structure of Hungarian pork integration as a general  
13. network flow. 8<sup>th</sup> International Conference on Management in AgriFood 0,075  
Chains and Networks. Abstrakt: p.18. and a pendrive enclosure. Netherlads,  
Wageningen.

- Fenyves V. – Ertsey I. – **Nagy L.** – Nagy A. (2008): Seasonal tendencies in  
international lamb trade Agrarian Perspectives XVII. „European Trends in  
14. the Development of Agriculture and Rural Areas” International Scientific 0,075  
Conference Volume II, Prague, Czech Republic, p. 671-675. ISBN 978-80-  
213-1813-7

- Balogh P. – Ertsey I. – Fenyves V. – **Nagy L.** (2008): The stucture of pork  
integration’s analysis and optimization in Hungary as a general network flow  
15. Agrarian Perspectives XVII. „European Trends in the Development of 0,075  
Agriculture and Rural Areas” International Scientific Conference Volume II,  
Prague, Czech Republic, p. 663-667 ISBN 978-80-213-1813-7

- Kovács S. – Csipkés M. – **Nagy L.** – Ertsey I.: Risk Analysis and Efficiency  
of Milling Industrial Investments in Hungary. IV. World Congress of  
16. Agronomists and Professionals in Agronomy. 28-30 October 2008. Madrid, 0,075  
p.69.

**Magyar nyelven megjelent előadás idegen nyelvű összefoglalóval:**

- Nagy L.** (2007): A növénytermesztés termelési kockázatának elemzése  
különböző termőhelyi adottságoknál az Észak – Alföldi régióban;  
17. Agrárgazdaság, Vidékfejlesztés, Agrárinformatika Nemzetközi Konferencia, 0,1  
Debrecen, Cd melléklet, ISBN: 978-963-87118-7-8

- Csipkés M. – Ertsey I. – **Nagy L.** (2008): Vetésszerkezeti variánsok  
18. összehasonlító elemzése a Hajdúságban. XI. Nemzetközi Tudományos 0,033  
Napok, Gyöngyös 14-21 p. ISBN 978-963-87831-1-0

- Nagy L.** (2008): Néhány növénytermesztési ágazat termelési kockázatának  
19. alakulása az Európai Unióban. XI. Nemzetközi Tudományos Napok, 0,1  
Gyöngyös 72-79 p. ISBN 978-963-87831-1-0

20. Balogh P. – **Nagy L.** – Fenyves V. (2008): Hálózat optimalizálás szervezése egy sertéshús integrációban "Hagyományok és új kihívások a menedzsmentben" nemzetközi konferencia 2008. október 2-3. 106-113. p. Debrecen ISBN: 978-963-9822-08-5 0,033
21. Ertsey I. – Kovács S. – Csipkés M. – **Nagy L.** (2008): Malomipari beruházások kockázat- és gazdaságossági vizsgálata Magyarországon "Hagyományok és új kihívások a menedzsmentben" nemzetközi konferencia 2008. október 2-3. Debrecen 199-205. p. ISBN: 978-963-9822-08-5 0,025
22. Kovács S. – **Nagy L.** (2008): Szimulációs modellek alkalmazása a növénytermesztés vetésszerkezetének optimalizálásában. I. Országos Gazdasági és Pénzügyi Matematikai PhD Konferencia 2008. október 20., Budapest 33-39.p. ISBN 978-963-9263-41-3 0,05
23. Csipkés M. – **Nagy L.** (2008): Az értékesítési kockázat csökkentése optimális búzaértékesítési stratégiák segítségével. I. Országos Gazdasági és Pénzügyi Matematikai PhD Konferencia 2008. október 20., Budapest 41-48.p. ISBN 978-963-9263-41-3 0,05

#### **Magyarországon idegen nyelven teljes terjedelemben megjelent előadás**

24. Grasseli G. – **Nagy L.** – Csipkés M. – Gál T. – Szendrei J. (2009): Economic calculations of the material and energy flows in the biogas process. Internal Congress on the aspects and visions of applied economics and informatics (AVA4), Debrecen p. 1310-1316. pendrive enclosure ISBN 978-963-502-897 0,03
25. Szőke Sz. – **Nagy L.** – Kovács S. – Balogh P. (2009): Examination of pig farm technology by computer simulation. Internal Congress on the aspects and visions of applied economics and informatics (AVA4), Debrecen p. 1317-1325. pendrive enclosure ISBN 978-963-502-897 0,038
26. Kovács S. – **Nagy L.** (2009): An application of Marcov chain Monte Carlo simulation. Internal Congress on the aspects and visions of applied economics and informatics (AVA4), Debrecen p. 1333-1338. pendrive enclosure ISBN 978-963-502-897 0,075
27. Balogh P. – Fenyves V. – **Nagy L.** (2009): Is integration the way to the future of the pig sector? Internal Congress on the aspects and visions of applied economics and informatics (AVA4), Debrecen p. 1326-1332. pendrive enclosure ISBN 978-963-502-897 0,05
28. **Nagy L.** (2009): Reducing sales risk by adapting optimal wheat selling strategies. Internal Congress on the aspects and visions of applied economics and informatics (AVA4), Debrecen p. 1376-1381. pendrive enclosure ISBN 978-963-502-897 0,15

Kummulált Publikációs Értékszám (KPÉ): 2,718

## TÁBLÁZATJEGYZÉK

|                                                                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1-1. táblázat Egy cselekvési változat lehetséges következményei .....                                                                                           | 9   |
| 3-1. táblázat A termésátlagok alakulása a vizsgált országokban 1990-2006 között<br>(Magyarország =100%) .....                                                   | 54  |
| 3-2. táblázat A termésátlag változás iránya a vizsgált országokban 1990-2006 között ..                                                                          | 55  |
| 3-3. táblázat Relatív szórások és reziduális szórások alakulása .....                                                                                           | 59  |
| 3-4. táblázat A szántóterület és a hektáronkénti aranykorona érték alakulása<br>Magyarországon (2005 május 31.) .....                                           | 61  |
| 3-5. táblázat Az elemzésbe bevont területek nagysága növényenként (2001-2005) .....                                                                             | 62  |
| 3-6. táblázat Az átlag és szórás segítségével kialakított termőhelyi kategóriák .....                                                                           | 64  |
| 3-7. táblázat Szignifikáns eltérések a termésátlagok között aranykorona<br>kategóriánként* .....                                                                | 64  |
| 3-8. táblázat Az átlagos AK értékkel, illetve a 17 AK határral lehatárolt csoportok<br>közötti termésátlag különbségek és a kétmintás t-próbák eredményei ..... | 65  |
| 3-9. táblázat A termésátlagok és a szórások alakulása búza, kukorica és napraforgó<br>esetén a két vizsgált kategóriában .....                                  | 67  |
| 3-10. táblázat A termésátlagok és a szórás alakulása a többi növény esetén .....                                                                                | 69  |
| 4-1. táblázat A gazdaság gépi erőforrásai .....                                                                                                                 | 71  |
| 4-2. táblázat A vizsgált gazdaság közvetlen költségeinek alakulása (2007. év terv) .....                                                                        | 74  |
| 4-3. táblázat A vizsgált gazdaság változóköltségeinek alakulása (2007. év terv) .....                                                                           | 76  |
| 4-4. táblázat Fedezeti hozzájárulás és fedezeti összeg alakulása a vizsgált gazdaságban<br>(2007. év terv) .....                                                | 77  |
| 4-5. táblázat Az induló LP modell futtatásának néhány eredménye .....                                                                                           | 78  |
| 4-6. táblázat A termelés fontosabb korlátainak értékelése .....                                                                                                 | 79  |
| 4-7. táblázat Az érzékenységvizsgálat első lépésének eredményei .....                                                                                           | 79  |
| 4-8. táblázat Az érzékenységvizsgálat második lépésének eredményei .....                                                                                        | 80  |
| 4-9. táblázat A termelési változókra vonatkozó érzékenységszámítás .....                                                                                        | 81  |
| 4-10. táblázat Az ágazatonkénti fedezeti hozzájárulások határai az optimális termelési<br>szerkezet változatlansága mellett .....                               | 81  |
| 4-11. táblázat A fogyasztói árindexek alakulása .....                                                                                                           | 83  |
| 4-12. táblázat A fogyasztói árindexszel végzett korrekció utáni fedezeti hozzájárulások,<br>támogatás mellett .....                                             | 84  |
| 4-13. táblázat A fogyasztói árindexszel végzett korrekció utáni fedezeti hozzájárulások,<br>támogatás nélküli esetben .....                                     | 84  |
| 4-14. táblázat Az átlagtól vett fedezeti hozzájárulás eltérések (támogatással) .....                                                                            | 84  |
| 4-15. táblázat Az átlagtól vett fedezeti hozzájárulás eltérések (támogatás nélkül) .....                                                                        | 85  |
| 4-16. táblázat A MOTAD modellsorozat eredményei (támogatással) .....                                                                                            | 86  |
| 4-17. táblázat A MOTAD modellsorozat eredményei (támogatás nélkül) .....                                                                                        | 87  |
| 4-18. táblázat A kockázat alakulása az elvárt fedezeti hozzájárulás csökkentések után ..                                                                        | 88  |
| 4-19. táblázat A kovariancia mátrix támogatás nélküli esetben .....                                                                                             | 90  |
| 4-20. táblázat A kovariancia mátrix támogatás esetén .....                                                                                                      | 90  |
| 4-21. táblázat A kvadratikus modell futtatásának eredményei (támogatások nélkül) ....                                                                           | 91  |
| 4-22. táblázat A kvadratikus modell futtatásának eredményei (támogatásokkal) .....                                                                              | 92  |
| 5-1. táblázat A pénzforgalmi terv alakulása a vizsgált gazdaságban 2006 július és 2007<br>június között .....                                                   | 98  |
| 5-2. táblázat Árelőrejelzések és előrejelzési hibák alakulása .....                                                                                             | 100 |
| 5-3. táblázat Az előrejelzési hiba futó összegének és az átlagos hibának az alakulása ..                                                                        | 100 |
| 5-4. táblázat A követőjel alakulása a három módszerrel .....                                                                                                    | 101 |
| 5-5. táblázat A modellben szereplő alternatív befektetések .....                                                                                                | 102 |

|                                                                                    |     |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 5-6. táblázat Készletezéssel összefüggő költségek .....                            | 102 |
| 5-7. táblázat Az érzékenységvizsgálat során beállított variánsok.....              | 110 |
| 5-8. táblázat Az A2 variáns hitelfelvételi változókra vonatkozó érzékenységmentése | 110 |
| 5-9. táblázat Az érzékenységvizsgálat összefoglaló adatai .....                    | 111 |
| 5-10. táblázat Az árak szélsőértékei az alapvariánsoknál .....                     | 112 |

## ÁBRAJEGYZÉK

|                                                                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1-1. ábra Az optimális döntés kiválasztásának sémája .....                                                                                                      | 11  |
| 1-2. ábra Profitmátrix.....                                                                                                                                     | 11  |
| 1-3. ábra A hasznosságfüggvény három gyakori típusa .....                                                                                                       | 14  |
| 1-4. ábra A kukorica hozam várható értéke (t/ha) és varianciája (t/ha) <sup>2</sup> közötti kapcsolat a különböző műtrágyadózisoknál, öntözött változatnál..... | 20  |
| 1-5. ábra A tervek és a hasznosság kapcsolata .....                                                                                                             | 29  |
| 2-1. ábra A technológiai tervező-elemző rendszer működési vázlata .....                                                                                         | 46  |
| 3-1. ábra Termés átlag, szórás és szemi szórás értékek alakulása .....                                                                                          | 58  |
| 3-2. ábra Relatív szórás és relatív szemi szórás alakulása .....                                                                                                | 60  |
| 3-3. ábra Magyarország agrárpotenciálja.....                                                                                                                    | 62  |
| 3-4. ábra Az átlagos aranykorona érték hisztogramja 2001-2005 évek adatai alapján...                                                                            | 63  |
| 3-5. ábra A vizsgált gazdaságok számának és vetésterületének átlagos aranykorona érték alatti és feletti aránya .....                                           | 66  |
| 3-6. ábra A búza, kukorica és napraforgó termésátlagainak és termelési kockázatának alakulása 2001-2005 .....                                                   | 68  |
| 3-7. ábra A relatív reziduális szórások alakulása vizsgált ágazatokban .....                                                                                    | 70  |
| 4-1. ábra A vetésszerkezetet optimalizáló LP modell sematikus felépítése .....                                                                                  | 77  |
| 4-2. ábra A versenyeztetett ágazatok fedezeti hozzájárulás érzékenysége a különböző modellvariánsokban* .....                                                   | 82  |
| 4-3. ábra A MOTAD modell sematikus felépítése .....                                                                                                             | 86  |
| 4-4. ábra E-M efficiens határgörbék .....                                                                                                                       | 89  |
| 4-5. ábra Az E-V modell sematikus felépítése .....                                                                                                              | 91  |
| 4-6. ábra E-V efficiens határgörbék.....                                                                                                                        | 92  |
| 5-1. ábra A modellezés folyamata .....                                                                                                                          | 97  |
| 5-2. ábra A KSH által közölt búza felvásárlási árak és a tőzsdei árak változása 2001-2008 között .....                                                          | 99  |
| 5-3. ábra A követőjel alakulása Winter-féle simításos előrejelzés esetén .....                                                                                  | 101 |
| 5-4. ábra Az átlagkészlet számításának sémája .....                                                                                                             | 107 |
| 5-5. ábra Az Excelben elkészített pénzügyi modell sematikus szerkezete .....                                                                                    | 109 |

## **MELLÉKLETEK**

## 1. melléklet A burgonyaágazat technológiai műveletei, erőgépei és munkagépei

| Dekád         | Technológiai művelet  | Erőgép               | Munkagép                                    | Mennyiség | ME    | S | V | Teljesítmény | Teljesítmény Me/óra | Erőgép szükséglet m.óra/me |
|---------------|-----------------------|----------------------|---------------------------------------------|-----------|-------|---|---|--------------|---------------------|----------------------------|
| 2006,08/1     | Tarlóhántás           | John Deere 6620      | Tárcsás talajművelő                         | 100       | ha    | S |   | 36           | ha/10 óra           | 0,278                      |
| 2006,10/1     | Műtrágyázás           | John Deere 6620      | Műtrágyaszóró gép                           | 80        | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra        | 0,151                      |
| 2006,10/1     |                       | Mtz 82               | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 80        | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra        | 0,151                      |
|               | Tárcsázás             | John Deere 6620      | Tárcsás talajművelő                         | 100       | ha    | S |   | 36           | ha/10 óra           | 0,278                      |
| 2006,10/2 3   | Szántás               | Steiger              | Váltva forgató eke                          | 100       | ha    | S |   | 6            | ha/10 óra           | 1,667                      |
| 2006,10/2 3   | Szántáselmunkálás     | Steiger              | Fogasborona                                 | 100       | ha    | S |   | 36           | ha/10 óra           | 0,278                      |
|               |                       |                      | Gyűrűshenger                                |           |       |   |   |              |                     |                            |
| 2007,03/3     | Magágyelőkészítés     | John Deere 6620      | Kombinált magágykészítő                     | 100       | ha    | S |   | 30           | ha/10 óra           | 0,333                      |
| 2007,04/1 2   | Ültetés               | Mtz 82               | Burgonya ültető                             | 100       | ha    | S |   | 19           | ha/10 óra           | 0,526                      |
| 2007,04/1 2   |                       |                      | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 161,4     | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra        | 0,305                      |
| 2007,03/2     | Műtrágyázás           | John Deere 6620      | Műtrágyaszóró gép                           | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra           | 0,250                      |
| 2007,03/2     |                       | Mtz 82               | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 50        | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra        | 0,094                      |
| 2007,04/3     | Burgonya töltegetés   | Mtz 82               | Ágyás és bakhátkészítő                      | 100       | ha    | S |   | 10           | ha/10 óra           | 1,000                      |
| 2007,04/3     | Gyomirtás             | John Deere 6620      | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 30           | ha/10 óra           | 0,333                      |
| 2007,04/3     |                       | Mtz 82               | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,05/2     | Öntözés               |                      |                                             | 30000     | m3    | S |   | 1000         | m3/10 óra           | 3,000                      |
| 2007,05/3     | Gyomirtás             | John Deere 6620      | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 30           | ha/10 óra           | 0,333                      |
| 2007,05/3     |                       | Mtz 82               | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,06/1     | Növényvédelem         | John Deere 6620      | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 30           | ha/10 óra           | 0,333                      |
| 2007,06/1     |                       | Mtz 82               | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,06/2     | Öntözés               |                      |                                             | 30000     | m3    | S |   | 1000         | m3/10 óra           | 3,000                      |
| 2007,06/3     | Növényvédelem         | John Deere 6620      | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 30           | ha/10 óra           | 0,333                      |
| 2007,06/3     |                       | Mtz 82               | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,07/1     | Öntözés               |                      |                                             | 30000     | m3    | S |   | 1000         | m3/10 óra           | 3,000                      |
| 2007,07/2     | Növényvédelem         | John Deere 6620      | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 30           | ha/10 óra           | 0,333                      |
| 2007,07/2     |                       | Mtz 82               | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,07/3     | Öntözés               |                      |                                             | 30000     | m3    | S |   | 1000         | m3/10 óra           | 3,000                      |
| 2007,08/1     | Növényvédelem         | John Deere 6620      | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 30           | ha/10 óra           | 0,333                      |
| 2007,08/1     |                       | Mtz 82               | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,08/2     | Növényvédelem         | John Deere 6620      | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 30           | ha/10 óra           | 0,333                      |
| 2007,08/2     |                       | Mtz 82               | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,09/1 2   | Szárzúzás             | Mtz 82               | Szárzúzó, mulcsozó                          | 100       | ha    | S |   | 8,3          | ha/10 óra           | 1,205                      |
| 2007,09/1 2   | Betakarítás           | Mtz 82               | Burgonya egym. betakarító                   | 100       | ha    | S |   | 1,8          | ha/10 óra           | 5,556                      |
|               | Beszállítás           | IFA 50 W L/K         | Egytengelyes és tandem univerzális pótkocsi | 2280      | tonna | S |   | 60           | tonna/10 óra        | 3,800                      |
| 2007,09/1 2 3 | Osztályozás, zsákolás | Burgonya manipulálás |                                             | 2280      | tonna | S |   | 50           | tonna/10 óra        | 4,560                      |

Forrás: Saját adatgyűjtés

## 2. melléklet A kukorica- és a napraforgó ágazat technológiai műveletei, erőgépei és munkagépei

| Növény | Kukorica | Elővetemény: | Őszi búza |
|--------|----------|--------------|-----------|
|--------|----------|--------------|-----------|

| Dekád         | Technológiai művelet | Erőgép          | Munkagép                                    | Mennyiség | ME    | S | V | Teljesítmény | Teljesítmény Me/óra | Erőgép szükséglet m.óra/me |
|---------------|----------------------|-----------------|---------------------------------------------|-----------|-------|---|---|--------------|---------------------|----------------------------|
| 2006,08/1     | Tarlóhántás          | John Deere 6620 | Tárcsás talajművelő                         | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra           | 0,250                      |
| 2006,09/1     | Tarlóhántás          | John Deere 6620 | Tárcsás talajművelő                         | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra           | 0,250                      |
| 2006,10/1 2 3 | Műtrágyázás          | John Deere 6620 | Műtrágyaszóró gép                           | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra           | 0,250                      |
| 2006,10/1 2 3 |                      | Mtz 82          | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 40        | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra        | 0,075                      |
| 2006,10/1 2 3 | Szántás              | Steiger         | Váltva forgató eke                          | 100       | ha    | S |   | 9            | ha/10 óra           | 1,111                      |
| 2006,10/1 2 3 | Szántáselmunkálás    | Steiger         | Fogasborona                                 | 100       | ha    | S |   | 36           | ha/10 óra           | 0,278                      |
|               |                      |                 | Gyűrűshenger                                |           |       |   |   |              |                     |                            |
| 2007,04/1     | Műtrágyázás          | John Deere 6620 | Műtrágyaszóró gép                           | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra           | 0,250                      |
| 2007,04/1     |                      | Mtz 82          | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 15        | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra        | 0,028                      |
| 2007,04/2     | Magágyelőkészítés    | Steiger         | Kombinált magágykészítő                     | 100       | ha    | S |   | 41           | ha/10 óra           | 0,244                      |
| 2007,04/3     | Vetés                | John Deere 6620 | Kukorica vetőgép                            | 100       | ha    | S |   | 17           | ha/10 óra           | 0,588                      |
| 2007,04/3     |                      | Mtz 82          | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 7,5       | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra        | 0,014                      |
| 2007,05/1     | Gyomirtás            | John Deere 6620 | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 30           | ha/10 óra           | 0,333                      |
| 2007,05/1     |                      | Mtz 82          | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,08/1     | Növényvédelem        | Mtz 82          | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,08/1     |                      | repülőgép       | Rovarvédelem                                |           |       |   | V |              |                     |                            |
| 2007,10/1 2 3 | Beszállítás          | IFA 50 W L/K    | Egytengelyes és tandem univerzális pótkocsi | 890       | tonna | S |   | 50           | tonna/10 óra        | 1,780                      |
| 2007,10/1 2 3 | Betakarítás          | Class Dominator | Kukorica csótörő adapter                    | 100       | ha    | S |   | 10,5         | ha/10 óra           | 0,952                      |
| 2007,10/1 2 3 | Szárítás             |                 |                                             | 890       | tonna | S |   | 150          | tonna/10 óra        | 0,593                      |

| Növény | Napraforgó | Elővetemény: | Őszi búza |
|--------|------------|--------------|-----------|
|--------|------------|--------------|-----------|

| Dekád         | Technológiai művelet | Erőgép          | Munkagép                                    | Mennyiség | ME    | S | V | Teljesítmény | Teljesítmény Me/óra | Erőgép szükséglet m.óra/me |
|---------------|----------------------|-----------------|---------------------------------------------|-----------|-------|---|---|--------------|---------------------|----------------------------|
| 2006,08/1 2   | Tarlóhántás          | John Deere 6620 | Tárcsás talajművelő                         | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra           | 0,250                      |
| 2006,09/1 2   | Tarlóhántás          | John Deere 6620 | Tárcsás talajművelő                         | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra           | 0,250                      |
| 2006,09/2 3   | Műtrágyázás          | John Deere 6620 | Műtrágyaszóró gép                           | 100       | ha    | S |   | 75           | ha/10 óra           | 0,133                      |
| 2006,09/2 3   |                      | Mtz 82          | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 15        | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra        | 0,028                      |
| 2006,10/1 2 3 | Szántás              | Steiger         | Váltva forgató eke                          | 100       | ha    | S |   | 9            | ha/10 óra           | 1,111                      |
| 2007,04/2     | Gyomirtás            | John Deere 6620 | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra           | 0,250                      |
| 2007,04/2     |                      | Mtz 82          | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,04/2     | Műtrágyázás          | John Deere 6620 | Műtrágyaszóró gép                           | 100       | ha    | S |   | 75           | ha/10 óra           | 0,133                      |
| 2007,04/2     |                      | Mtz 82          | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 15        | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra        | 0,028                      |
| 2007,04/2     | Magágyelőkészítés    | John Deere 6620 | Kombinált magágykészítő                     | 100       | ha    | S |   | 30           | ha/10 óra           | 0,333                      |
| 2007,04/3     | Vetés                | John Deere 6620 | Vetőgép                                     | 100       | ha    | S |   | 17           | ha/10 óra           | 0,588                      |
| 2007,04/3     |                      | Mtz 82          | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 1,5       | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra        | 0,003                      |
| 2007,06/3     | Növényvédelem        | Mtz 82          | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,06/3     |                      | repülőgép       | Gomba elleni védekezés                      |           |       |   | V |              |                     |                            |
| 2007,07/3     | Növényvédelem        | Mtz 82          | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,07/3     |                      | repülőgép       | Gomba elleni védekezés                      |           |       |   | V |              |                     |                            |
| 2007,09/1     | Deszikkálás          | Mtz 82          | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,09/1     |                      | repülőgép       |                                             |           |       |   | V |              |                     |                            |
| 2007,09/2 3   | Betakarítás          | Class Dominator | Napraforgó, borsó, szója bet. adapter       | 100       | ha    | S |   | 14           | ha/10 óra           | 0,714                      |
| 2007,09/2 3   | Beszállítás          | Mtz 82          | Egytengelyes és tandem univerzális pótkocsi | 270       | tonna | S |   | 40           | tonna/10 óra        | 0,675                      |
| 2007,09/2 3   | Szárítás             |                 |                                             | 270       | tonna | S |   | 150          | tonna/10 óra        | 0,180                      |

Forrás: Saját adatgyűjtés

### 3. melléklet Az őszi búza- és a repceágazat technológiai műveletei, erőgépei és munkagépei

| Növény | Őszi búza | Elővetemény: | Kukorica |
|--------|-----------|--------------|----------|
|--------|-----------|--------------|----------|

| Dekád       | Technológiai művelet | Erőgép          | Munkagép                                    | Mennyiség | ME    | S | V | Teljesítmény | Teljesítmény Me/óra | Erőgép szükséglet m.óra/me |
|-------------|----------------------|-----------------|---------------------------------------------|-----------|-------|---|---|--------------|---------------------|----------------------------|
| 2006,09/3   | Műtrágyázás          | John Deere 6620 | Műtrágyaszóró gép                           | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra           | 0,250                      |
| 2006,09/3   |                      | Mtz 82          | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 40        | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra        | 0,075                      |
| 2006,10/1   | Szántás              | Steiger         | Váltva forgató eke                          | 100       | ha    | S |   | 9            | ha/10 óra           | 1,111                      |
| 2006,10/1   | Tárcsázás            | John Deere 6620 | Tárcsás talajművelő                         | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra           | 0,250                      |
| 2006,10/1   | Magágylőkészítés     | Steiger         | Kombinált magágylőkészítő                   | 100       | ha    | S |   | 41           | ha/10 óra           | 0,244                      |
| 2006,10/2   | Vetés                | John Deere 6620 | Kalászosgabona vetőgép                      | 100       | ha    | S |   | 19           | ha/10 óra           | 0,526                      |
| 2006,10/2   |                      | Mtz 82          | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 27        | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra        | 0,051                      |
| 2007,03/2   | Műtrágyázás          | John Deere 6620 | Műtrágyaszóró gép                           | 100       | ha    | S |   | 250          | ha/10 óra           | 0,040                      |
| 2007,03/2   |                      | Mtz 82          | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 18,7      | tonna | S |   | 38,5         | tonna/10 óra        | 0,049                      |
| 2007,04/2   | Gyomirtás            | John Deere 6620 | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 30           | ha/10 óra           | 0,333                      |
| 2007,04/2   |                      | Mtz 82          | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,05/2   | Növényvédelem        | John Deere 6620 | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 30           | ha/10 óra           | 0,333                      |
| 2007,05/2   |                      | Mtz 82          | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,07/2 3 | Beszállítás          | IFA 50 W L/K    | Egytengelyes és tandem univerzális pótkocsi | 600       | tonna | S |   | 83           | tonna/10 óra        | 0,723                      |
| 2007,07/2 3 | Betakarítás          | Class Dominator | Szalmaszeccskázó adapter                    | 100       | ha    | S |   | 11           | ha/10 óra           | 0,909                      |
| 2007,07/3   | Bálaszállítás        | IFA 50 W L/K    | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 300       | tonna | S |   | 25           | tonna/10 óra        | 1,200                      |
| 2007,07/3   | Bálázás              | Mtz 82          | Rendfeszítő bálázó                          | 300       | tonna | S |   | 78           | tonna/10 óra        | 0,385                      |

| Növény | Repce | Elővetemény: | Őszi búza |
|--------|-------|--------------|-----------|
|--------|-------|--------------|-----------|

| Dekád     | Technológiai művelet | Erőgép          | Munkagép                               | Mennyiség | ME    | S | V | Teljesítmény | Teljesítmény Me/óra | Erőgép szükséglet m.óra/me |
|-----------|----------------------|-----------------|----------------------------------------|-----------|-------|---|---|--------------|---------------------|----------------------------|
| 2006,08/1 | Tarlóhántás          | John Deere 6620 | Tárcsás talajművelő                    | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra           | 0,250                      |
| 2006,09/1 | Műtrágyázás          | John Deere 6620 | Műtrágyaszóró gép                      | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra           | 0,250                      |
| 2006,09/1 |                      | Mtz 82          | Két és többt. univerzális pótkocsi     | 24        | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra        | 0,045                      |
| 2006,09/1 | Tárcsázás (könnyű)   | Mtz 82          | Tárcsás talajművelő                    | 100       | ha    | S |   | 29           | ha/10 óra           | 0,345                      |
| 2006,09/2 | Tárcsázás (nehéz)    | Mtz 82          | Tárcsás talajművelő                    | 100       | ha    | S |   | 25           | ha/10 óra           | 0,400                      |
| 2006,09/3 | Vetés                | John Deere 6620 | Vetőgép                                | 100       | ha    | S |   | 15           | ha/10 óra           | 0,667                      |
| 2006,09/3 |                      | Mtz 82          | Két és többt. univerzális pótkocsi     | 1         | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra        | 0,002                      |
| 2006,09/3 | Lezárás              | Mtz 82          | Gyűrűshenger                           | 100       | ha    | S |   | 35           | ha/10 óra           | 0,286                      |
| 2006,10/1 | Növényvédelem        | John Deere 6620 | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép | 100       | ha    | S |   | 30           | ha/10 óra           | 0,333                      |
| 2006,10/1 |                      | Mtz 82          | Speciális pótkocsi                     | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,03/1 | Műtrágyázás          | John Deere 6620 | Műtrágyaszóró gép                      | 100       | ha    | S |   | 110          | ha/10 óra           | 0,091                      |
| 2007,03/1 |                      | Mtz 82          | Két és többt. univerzális pótkocsi     | 20        | tonna | S |   | 38,5         | tonna/10 óra        | 0,052                      |
| 2007,05/1 | Növényvédelem        | Mtz 82          | Speciális pótkocsi                     | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra           | 0,078                      |
| 2007,05/1 |                      | repülőgép       |                                        |           |       |   | V |              |                     |                            |
| 2007,06/3 | Betakarítás          | Class Dominator | Napraforgó, borsó, szója bet. adapter  | 100       | ha    | S |   | 12           | ha/10 óra           | 0,833                      |

Forrás: Saját adatgyűjtés

#### 4. melléklet A zöldborsóágazat technológiai műveletei, erőgépei és munkagépei

|        |           |              |          |
|--------|-----------|--------------|----------|
| Növény | Zöldborsó | Elővetemény: | Kukorica |
|--------|-----------|--------------|----------|

| Dekád       | Technológiai művelet | Erőgép          | Munkagép                                    | Mennyiség | ME    | S | V | Teljesítmény | Teljesítmény Me./óra | Erőgép szükséglet m.óra/me |
|-------------|----------------------|-----------------|---------------------------------------------|-----------|-------|---|---|--------------|----------------------|----------------------------|
| 2006,10/3   | Műtrágyázás          | John Deere 6620 | Műtrágyaszóró gép                           | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra            | 0,250                      |
| 2006,10/3   |                      | Mtz 82          | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 40        | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra         | 0,075                      |
| 2006,11/1   | Tárcsázás            | John Deere 6620 | Tárcsás talajművelő                         | 100       | ha    | S |   | 9            | ha/10 óra            | 1,111                      |
| 2006,11/2 3 | Szántás              | Steiger         | Váltva forgató eke                          | 100       | ha    | S |   | 9            | ha/10 óra            | 1,111                      |
| 2006,11/2 3 | Őszi talajelmunkálás | Steiger         | Fogasborona                                 | 100       | ha    | S |   | 36           | ha/10 óra            | 0,278                      |
|             |                      |                 | Gyűrűshenger                                |           |       |   |   |              |                      |                            |
| 2007,03/2   | Simítózás            | John Deere 6620 | Simító                                      | 100       | ha    | S |   | 45           | ha/10 óra            | 0,222                      |
|             |                      |                 | Fogasborona                                 |           |       |   |   |              |                      |                            |
| 2007,03/2   | Magágyelőkészítés    | John Deere 6620 | Kombinált magágykészítő                     | 100       | ha    | S |   | 35           | ha/10 óra            | 0,286                      |
| 2007,03/3   | Vetés                | John Deere 6620 | Vetőgép                                     | 100       | ha    | S |   | 25           | ha/10 óra            | 0,400                      |
| 2007,03/3   |                      | Mtz 82          | Két és többt. univerzális pótkocsi          | 10        | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra         | 0,019                      |
| 2007,04/1   | Gyomirtás            | John Deere 6620 | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra            | 0,250                      |
| 2007,04/1   |                      | Mtz 82          | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra            | 0,078                      |
| 2007,04/2   | Növényvédelem        | John Deere 6620 | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra            | 0,250                      |
| 2007,04/2   |                      | Mtz 82          | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra            | 0,078                      |
| 2007,04/3   | Növényvédelem        | John Deere 6620 | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra            | 0,250                      |
| 2007,04/3   |                      | Mtz 82          | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra            | 0,078                      |
| 2007,05/1 2 | Növényvédelem        | John Deere 6620 | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 100       | ha    | S |   | 40           | ha/10 óra            | 0,250                      |
| 2007,05/1 2 |                      | Mtz 82          | Speciális pótkocsi                          | 30        | m3    | S |   | 38,5         | m3/10 óra            | 0,078                      |
| 2007,05/2   | Öntözés              |                 |                                             | 25000     | m3    | S |   | 1000         | m3/10 óra            | 2,500                      |
| 2007,06/2   | Betakarítás          | Mtz 82          | Zöldborsó, borsó betakarító vontatott gép   | 100       | ha    | S |   | 5            | ha/10 óra            | 2,000                      |
| 2007,06/2   | Beszállítás          | Mtz 82          | Egytengelyes és tandem univerzális pótkocsi | 600       | tonna | S |   | 53           | tonna/10 óra         | 1,132                      |

Forrás: Saját adatgyűjtés

5. melléklet Az ágazati technológiai számításoknál alkalmazott erőgépköltségek (2007)

| Erőgép                      | Irányár  | Móra/év | Nha/év | Tonnakm/év | Üzemanyag | Mbér+kteher | Karb_jav | ÉCS     | Egyéb ktg | Összes ktg |
|-----------------------------|----------|---------|--------|------------|-----------|-------------|----------|---------|-----------|------------|
|                             |          |         |        |            | Ft/év     |             |          |         |           |            |
| <b>Steiger</b>              | 24572000 | 2000    | 4830   |            | 9962938   | 2206000     | 5129000  | 2457200 | 947247    | 20702385   |
| <b>John Deere 6620</b>      | 21825000 | 1800    | 1915   |            | 3688627   | 1767600     | 2354000  | 2182500 | 428693    | 10421420   |
| <b>MTZ 82</b>               | 3911000  | 1700    | 909    | 13600      | 1927589   | 1574200     | 1541000  | 391100  | 293314    | 5727203    |
| <b>Class Dominator</b>      | 38701000 | 600     | 1009   |            | 1914278   | 743400      | 5467000  | 3870100 | 514496    | 12509274   |
| <b>IFA 50 W L/K</b>         | 8868000  | 1800    | 1035   | 125500     | 2079665   | 1666800     | 3566000  | 886800  | 648385    | 8847650    |
| <b>Berico 1260</b>          | 69305000 | 900     |        |            | 32604000  |             | 6444000  | 6930500 | 322000    | 46300500   |
| <b>Öntözés (ÖBA-216)</b>    | 5677000  | 1100    |        |            | 145000    | 11000000    | 903000   | 567700  | 52000     | 12667700   |
| Burgonya osztályozó (M610)  | 3620000  | 300     |        |            | 125000    |             | 389000   | 362000  | 19000     | 895000     |
| Rögleválasztó (E641)        | 976000   | 300     |        |            | 41000     |             | 176000   | 97600   | 9000      | 323600     |
| Válogató K718               | 772000   | 300     |        |            | 9000      | 3750000     | 139000   | 77200   | 7000      | 3982200    |
| Mérleg K961 50 kg           | 906000   | 300     |        |            | 9000      | 900000      | 162000   | 90600   | 8000      | 1169600    |
| <b>Burgonya manipulálás</b> | 6274000  | 300     |        |            | 184000    | 4650000     | 866000   | 627400  | 43000     | 6370400    |

| Erőgép                      | Üzemanyag | Mbér+kteher | Karb_jav | ÉCS  | Egyéb ktg | Összes ktg | Összes ktg | Összes ktg |
|-----------------------------|-----------|-------------|----------|------|-----------|------------|------------|------------|
|                             | Ft/móra   |             |          |      |           |            | Ft/nha     | Ft/tkm     |
| <b>Steiger</b>              | 4981      | 1103        | 2565     | 1229 | 474       | 10351      | 4286       |            |
| <b>John Deere 6620</b>      | 2049      | 982         | 1308     | 1213 | 238       | 5790       | 5442       |            |
| <b>MTZ 82</b>               | 1134      | 926         | 906      | 230  | 173       | 3369       | 6301       | 168        |
| <b>Class Dominator</b>      | 3190      | 1239        | 9112     | 6450 | 857       | 20849      | 12398      |            |
| <b>IFA 50 W L/K</b>         | 1155      | 926         | 1981     | 493  | 360       | 4915       | 8548       | 70         |
| <b>Berico 1260</b>          | 36227     | 0           | 7160     | 7701 | 358       | 51445      |            |            |
| <b>Öntözés (ÖBA-216)</b>    | 132       | 10000       | 821      | 516  | 47        | 11516      |            |            |
| Burgonya osztályozó (M610)  | 417       | 0           | 1297     | 1207 | 63        | 2983       |            |            |
| Rögleválasztó (E641)        | 137       | 0           | 587      | 325  | 30        | 1079       |            |            |
| Válogató K718               | 30        | 12500       | 463      | 257  | 23        | 13274      |            |            |
| Mérleg K961 50 kg           | 30        | 3000        | 540      | 302  | 27        | 3899       |            |            |
| <b>Burgonya manipulálás</b> | 613       | 15500       | 2887     | 2091 | 143       | 21235      |            |            |

Forrás: FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet adatai alapján

## 6. melléklet Az ágazati technológiai számításoknál alkalmazott munkagépköltségek (2007)

| Művelet                         | Munkagép                                    | Művelési szélesség | Gépár | Teljesítmény | Karbantartás és javítási költség | Értékcsökkenési leírás ktg. | Egyéb költség | Közvetlen költségek | Általános ktg | Teljes üzemeltetési költség |
|---------------------------------|---------------------------------------------|--------------------|-------|--------------|----------------------------------|-----------------------------|---------------|---------------------|---------------|-----------------------------|
|                                 |                                             | cm                 | eFt   | Ha/mó        | Ft/ha II. területi kategóriánál  |                             |               |                     |               |                             |
| Ágyás és bakhátkészítés         | Ágyás és bakhátkészítő                      | 210                | 1764  | 0,5          | 2437                             | 1764                        | 144           | 4345                | 217           | 4562                        |
| Burgonya egymenetes betakarítás | Burgonya egym. betakarító                   | 75                 | 3727  | 0,2          | 9851                             | 5591                        | 636           | 16078               | 804           | 16881                       |
| Burgonya ültetés                | Burgonya ültető                             | 150                | 908   | 0,4          | 1564                             | 1419                        | 218           | 3201                | 160           | 3361                        |
| Napraforgó vetés                | Cukorrépa vetőgép                           | 540                | 7045  | 2            | 2585                             | 1761                        | 165           | 4511                | 226           | 4737                        |
| Szállítás                       | Egytengelyes és tandem univerzális pótkocsi |                    | 1897  |              | 475                              | 203                         | 31            | 709                 | 35            | 745                         |
| Fogasolás                       | Fogasborona                                 | 340                | 332   | 2,5          | 255                              | 50                          | 16            | 321                 | 16            | 337                         |
| Gyűrűshengerezés                | Gyűrűshenger                                | 500                | 993   | 3,5          | 162                              | 85                          | 13            | 260                 | 13            | 273                         |
| Gabonavetés                     | Kalászosgabona vetőgép                      | 400                | 3617  | 1,8          | 1135                             | 603                         | 108           | 1846                | 92            | 1938                        |
| Szállítás                       | Két és többt. univerzális pótkocsi          |                    | 2061  |              | 529                              | 193                         | 33            | 755                 | 38            | 793                         |
| Magágykészítés kombinált géppel | Kombinált magágykészítő                     | 460                | 2310  | 2,7          | 742                              | 257                         | 46            | 1045                | 52            | 1097                        |
| Kukorica betakarítás            | Kukorica csőtörő adapter                    | 450                | 4666  | 2            | 1330                             | 583                         | 93            | 2006                | 100           | 2107                        |
| Kukoricavetés                   | Kukorica vetőgép                            | 450                | 3650  | 2            | 1208                             | 684                         | 124           | 2016                | 101           | 2117                        |
| Műtrágyaszórás táblán töltve    | Műtrágyaszóró gép                           | 1600               | 832   | 3,2          | 212                              | 65                          | 21            | 298                 | 15            | 313                         |
| Műtrágyaszórás táblán töltve    | Műtrágyaszóró tkg. adapter                  | 1200               | 1954  | 3,2          | 186                              | 131                         | 30            | 347                 | 17            | 364                         |
| Napraforgó betakarítás          | Napraforgó, borsó, szója bet. adapter       | 450                | 1727  | 1,4          | 968                              | 617                         | 143           | 1728                | 86            | 1814                        |
| Felületpermetezés szántóföldön  | Permetező és foly. műtr. kijuttató gép      | 1200               | 1239  | 3            | 414                              | 124                         | 34            | 572                 | 29            | 600                         |
| Permetlé keverés                | Permetlé keverő                             |                    | 1902  |              | 968                              | 476                         | 81            | 1525                | 76            | 1601                        |
| Bálázás                         | Rendfelszedő bálázó                         | 180                | 5282  | 1,5          | 1866                             | 880                         | 129           | 2875                | 144           | 3019                        |
| Simítózás                       | Simító                                      | 600                | 872   | 4,5          | 246                              | 73                          | 15            | 334                 | 17            | 350                         |
| Vízszállítás                    | Speciális pótkocsi                          |                    | 2204  |              | 784                              | 236                         | 46            | 1066                | 53            | 1119                        |
| Betakarítás                     | Szalmaszecskaázó adapter                    | 500                | 818   | 1,5          | 355                              | 136                         | 27            | 518                 | 26            | 544                         |
| Kukorica szárzúzás              | Szárzúzó, mulcsozó                          | 280                | 1293  | 1,8          | 1141                             | 154                         | 74            | 1369                | 68            | 1437                        |
| Tárcsázás sekély                | Tárcsás talajművelő                         | 380                | 1787  | 2,2          | 490                              | 152                         | 30            | 672                 | 34            | 706                         |
| Szántás 27-32 cm                | Váltva forgató eke                          | 160                | 3397  | 0,9          | 1169                             | 708                         | 68            | 1945                | 97            | 2042                        |
| Zöldborsó betakarítás           | Zöldborsó, borsó betakarító vontatott gép   | 140                | 26690 | 0,5          | 7475                             | 20018                       | 595           | 28088               | 1404          | 29492                       |

Forrás: FVM Mezőgazdasági Gépesítési Intézet adatai alapján

7. melléklet Kiinduló LP modell

|                        | Dekád         | Burgonya | Kukorica | Napraforgó | Őszi búza | Repce | Zoldborsó | Szlen09/123 | JD04/2 | JD04/3 | IFA07/23 | F      | R  | K    |
|------------------------|---------------|----------|----------|------------|-----------|-------|-----------|-------------|--------|--------|----------|--------|----|------|
| Vetésterület           |               | 1        | 1        | 1          | 1         | 1     | 1         |             |        |        |          | 20,00  | =  | 20   |
| Burgonya               |               | 1        |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 1,03   | <= | 5    |
| Kukorica               |               |          | 1        |            |           |       |           |             |        |        |          | 4,11   | <= | 10   |
| Napraforgó             |               |          |          | 1          |           |       |           |             |        |        |          | 3,59   | <= | 4    |
| Őszi búza              |               |          |          |            | 1         |       |           |             |        |        |          | 5,85   | <= | 12   |
| Repce                  |               |          |          |            |           | 1     |           |             |        |        |          | 4,00   | <= | 4    |
| Zoldborsó              |               |          |          |            |           |       | 1         |             |        |        |          | 1,42   | <= | 4    |
| Öntözés                |               | 1        |          |            |           |       | 1         |             |        |        |          | 2,45   | <= | 2,5  |
| Erőgépek               |               |          |          |            |           |       |           |             |        |        |          |        |    |      |
| Berico 1260            |               |          |          |            |           |       |           |             |        |        |          |        |    |      |
|                        | 2007,06/3     |          |          |            |           | 32,5  |           |             |        |        |          | 130    | <= | 240  |
|                        | 2007,09/2 3   |          |          | 65,0       |           |       |           |             |        |        |          | 234    | <= | 480  |
|                        | 2007,10/1 2 3 |          | 130,0    |            |           |       |           |             |        |        |          | 534    | <= | 720  |
| Burgonya manipulálás   |               |          |          |            |           |       |           |             |        |        |          |        |    |      |
|                        | 2007,09/1 2 3 | 580,0    |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 600    | <= | 720  |
| Class Dominator        |               |          |          |            |           |       |           |             |        |        |          |        |    |      |
|                        | 2007,06/3     |          |          |            |           | 83,3  |           |             |        |        |          | 333    | <= | 360  |
|                        | 2007,07/2 3   |          |          |            | 90,9      |       |           |             |        |        |          | 532    | <= | 600  |
|                        | 2007,09/2 3   |          |          | 71,4       |           |       |           |             |        |        |          | 257    | <= | 600  |
|                        | 2007,10/1 2 3 |          | 95,2     |            |           |       |           |             |        |        |          | 391    | <= | 900  |
| IFA 50 WL/K            |               |          |          |            |           |       |           |             |        |        |          |        |    |      |
|                        | 2007,06/3     |          |          |            |           | 52,0  |           |             |        |        |          | 208    | <= | 400  |
|                        | 2007,07/2 3   |          |          |            | 198,3     |       |           |             |        |        | -1,0     | 800    | <= | 800  |
|                        | 2007,09/1 2   | 483,3    |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 500    | <= | 800  |
|                        | 2007,10/1 2 3 |          | 208,0    |            |           |       |           |             |        |        |          | 854    | <= | 1200 |
| John Deere 6620        |               |          |          |            |           |       |           |             |        |        |          |        |    |      |
|                        | 2006,08/1 2   | 55,6     | 25,0     | 25,0       |           | 25,0  |           |             |        |        |          | 350    | <= | 800  |
|                        | 2006,09/1 2   |          | 25,0     | 25,0       |           | 25,0  |           |             |        |        |          | 292    | <= | 800  |
|                        | 2006,09/3     |          |          | 13,3       | 25,0      | 66,7  |           |             |        |        |          | 461    | <= | 480  |
|                        | 2006,10/1     | 52,8     |          |            | 25,0      | 33,3  |           |             |        |        |          | 334    | <= | 480  |
|                        | 2006,10/1 2 3 |          | 25,0     |            | 52,6      |       | 25,0      |             |        |        |          | 446    | <= | 1200 |
|                        | 2006,11/1     |          |          |            |           |       | 25,0      |             |        |        |          | 35     | <= | 400  |
|                        | 2007,03/1     |          |          |            |           | 9,1   |           |             |        |        |          | 36     | <= | 400  |
|                        | 2007,03/2     | 25,0     |          |            | 4,0       |       | 50,8      |             |        |        |          | 121    | <= | 400  |
|                        | 2007,03/3     | 33,3     |          |            |           |       | 40,0      |             |        |        |          | 91     | <= | 400  |
|                        | 2007,04/1     |          | 25,0     |            |           |       | 25,0      |             |        |        |          | 138    | <= | 400  |
|                        | 2007,04/2     |          |          | 71,7       | 33,3      |       | 33,3      |             | -1,0   |        |          | 480    | <= | 480  |
|                        | 2007,04/3     | 33,3     | 58,8     | 58,8       |           |       | 33,3      |             |        | -1,0   |          | 480    | <= | 480  |
|                        | 2007,05/1 2   |          | 33,3     |            | 33,3      |       | 33,3      |             |        |        |          | 379    | <= | 800  |
|                        | 2007,05/3     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 34     | <= | 400  |
|                        | 2007,06/1     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 34     | <= | 400  |
|                        | 2007,06/3     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 34     | <= | 400  |
|                        | 2007,07/2     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 34     | <= | 400  |
|                        | 2007,08/1     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 34     | <= | 400  |
|                        | 2007,08/2     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 34     | <= | 400  |
| Mtz 82                 |               |          |          |            |           |       |           |             |        |        |          |        |    |      |
|                        | 2006,09/1     |          |          |            |           | 39,0  |           |             |        |        |          | 156    | <= | 400  |
|                        | 2006,09/2 3   |          |          | 2,8        | 7,6       | 68,8  |           |             |        |        |          | 329    | <= | 800  |
|                        | 2006,10/1     | 15,1     |          |            |           | 7,8   |           |             |        |        |          | 47     | <= | 400  |
|                        | 2006,10/1 2 3 |          | 7,5      |            | 5,1       |       | 7,6       |             |        |        |          | 71     | <= | 1200 |
|                        | 2007,03/1     |          |          |            |           | 5,2   |           |             |        |        |          | 21     | <= | 400  |
|                        | 2007,03/2     | 9,4      |          |            | 4,9       |       |           |             |        |        |          | 38     | <= | 400  |
|                        | 2007,03/3     |          |          |            |           |       | 1,9       |             |        |        |          | 3      | <= | 400  |
|                        | 2007,04/1     | 83,1     | 2,8      |            |           |       | 7,8       |             |        |        |          | 109    | <= | 400  |
|                        | 2007,04/2     | 107,8    | 1,4      | 10,9       | 7,8       |       | 15,6      |             |        |        |          | 224    | <= | 400  |
|                        | 2007,05/1     |          | 7,8      |            |           | 7,8   | 7,8       |             |        |        |          | 74     | <= | 400  |
|                        | 2007,05/2     | 7,8      |          |            | 7,8       |       |           |             |        |        |          | 54     | <= | 400  |
|                        | 2007,06/1     | 7,8      |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 8      | <= | 400  |
|                        | 2007,06/2     | 7,8      |          | 7,8        |           |       | 313,2     |             |        |        |          | 480    | <= | 480  |
|                        | 2007,07/2     | 7,8      |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 8      | <= | 400  |
|                        | 2007,07/3     |          |          | 7,8        | 38,5      |       |           |             |        |        |          | 253    | <= | 400  |
|                        | 2007,08/1     | 7,8      | 7,8      |            |           |       |           |             |        |        |          | 40     | <= | 400  |
|                        | 2007,08/2     | 7,8      |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 8      | <= | 400  |
|                        | 2007,09/1     |          |          | 7,8        |           |       |           |             |        |        |          | 28     | <= | 400  |
|                        | 2007,09/1 2   | 676,0    |          | 72,5       |           |       |           |             |        |        |          | 960    | <= | 960  |
| Öntözés (ÖBA-216)      |               |          |          |            |           |       |           |             |        |        |          |        |    |      |
|                        | 2007,05/2     | 300,0    |          |            |           |       | 250,0     |             |        |        |          | 665    | <= | 720  |
|                        | 2007,06/2     | 300,0    |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 310    | <= | 720  |
|                        | 2007,07/1     | 300,0    |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 310    | <= | 720  |
|                        | 2007,07/3     | 300,0    |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 310    | <= | 720  |
| Steiger                |               |          |          |            |           |       |           |             |        |        |          |        |    |      |
|                        | 2006,10/1 2 3 |          |          | 80,0       | 135,5     |       |           |             |        |        |          | 1080   | <= | 1080 |
|                        | 2006,11/1 23  | 194,4    | 138,9    | 31,1       |           |       | 138,9     |             |        |        |          | 1080   | <= | 1080 |
|                        | 2007,04/2     |          | 24,4     |            |           |       |           |             |        |        |          | 100    | <= | 300  |
| Szakképzett munkaerő   |               |          |          |            |           |       |           |             |        |        |          |        |    |      |
|                        | 2006,10/1     |          |          |            |           | 33,3  |           |             |        |        |          | 133    | <= | 200  |
|                        | 2007,04/1 2   | 52,6     |          | 25,0       | 33,3      |       | 58,3      |             |        |        |          | 422    | <= | 480  |
|                        | 2007,04/3     | 33,3     |          |            |           |       | 33,3      |             |        |        |          | 82     | <= | 200  |
|                        | 2007,05/1 2   |          | 33,3     |            | 33,3      | 15,4  | 33,3      |             |        |        |          | 441    | <= | 480  |
|                        | 2007,05/3     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 34     | <= | 200  |
|                        | 2007,06/1     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 34     | <= | 200  |
|                        | 2007,06/3     | 33,3     |          | 15,4       |           |       |           |             |        |        |          | 90     | <= | 200  |
|                        | 2007,07/2     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 34     | <= | 200  |
|                        | 2007,07/3     |          |          | 15,4       |           |       |           |             |        |        |          | 55     | <= | 200  |
|                        | 2007,08/1     | 33,3     | 15,4     |            |           |       |           |             |        |        |          | 98     | <= | 200  |
|                        | 2007,08/2     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 34     | <= | 200  |
|                        | 2007,09/1     |          |          | 15,4       |           |       |           |             |        |        |          | 55     | <= | 200  |
|                        | 2007,09/1 2 3 | 456,0    |          |            |           |       |           |             |        |        |          | 472    | <= | 600  |
| Szakképzetlen munkaerő |               |          |          |            |           |       |           |             |        |        |          |        |    |      |
|                        | 2006,09/1     |          |          |            |           | 25,0  |           |             |        |        |          | 100    | <= | 300  |
|                        | 2006,09/2 3   |          |          | 13,3       | 25,0      | 66,7  |           |             |        |        |          | 461    | <= | 600  |
|                        | 2006,10/1 2 3 | 25,0     | 25,0     |            | 57,7      |       |           |             |        |        |          | 466    | <= | 900  |
|                        | 2006,10/3     |          |          |            |           |       | 25,0      |             |        |        |          | 35     | <= | 300  |
|                        | 2007,03/1     |          |          |            |           | 9,1   |           |             |        |        |          | 36     | <= | 300  |
|                        | 2007,03/2     | 25,0     |          |            | 4,0       |       |           |             |        |        |          | 49     | <= | 300  |
|                        | 2007,03/3     |          |          |            |           |       | 1,9       |             |        |        |          | 3      | <= | 300  |
|                        | 2007,04/1 2   | 113,5    | 25,0     | 13,3       |           |       |           |             |        |        |          | 268    | <= | 600  |
|                        | 2007,04/3     |          | 60,2     | 0,3        |           |       |           |             |        |        |          | 248    | <= | 360  |
|                        | 2007,09/1 2 3 | 2320,0   |          |            |           |       |           | -1,0        |        |        |          | 900    | <= | 900  |
| Fedezeti hozzájárulás  |               | 39773    | 14781    | 8791       | 12803     | 12515 | 21665     |             |        | -5     | -3       | 287713 |    |      |
| Vetésszerkezet         |               | 1,03     | 4,11     | 3,59       | 5,85      | 4,00  | 1,42      | 1500,17     | 19,79  | 54,66  | 359,78   |        |    |      |

Forrás: Saját számítás

**8. melléklet A vizsgált gazdaság árbevétele, támogatás, változó költség és fedezeti hozzájárulás adatainak alakulása (2001-2006)**

Me.: Ft/ha

| Év   | Megnevezés            | Burgonya | Búza   | Kukorica | Napraforgó | Repce  | Zöldborsó |
|------|-----------------------|----------|--------|----------|------------|--------|-----------|
| 2001 | Árbevétele            | 860250   | 145318 | 212693   | 110977     | 135300 | 336815    |
|      | Kapott támogatás      | 6120     | 6120   | 6120     | 6120       | 6120   | 6120      |
|      | Változó költség       | 702645   | 82936  | 130536   | 67280      | 61500  | 127576    |
|      | Fedezeti hozzájárulás | 163725   | 68502  | 88277    | 49817      | 79920  | 215359    |
| 2002 | Árbevétele            | 694800   | 106625 | 162800   | 158336     | 85553  | 342125    |
|      | Kapott támogatás      | 6120     | 6120   | 6120     | 6120       | 6120   | 6120      |
|      | Változó költség       | 704233   | 84595  | 133147   | 79654      | 64442  | 130127    |
|      | Fedezeti hozzájárulás | -3313    | 28150  | 35773    | 84802      | 27231  | 218118    |
| 2003 | Árbevétele            | 957000   | 154180 | 137063   | 125686     | 67254  | 257682    |
|      | Kapott támogatás      | 7500     | 13100  | 13100    | 13100      | 13100  | 13100     |
|      | Változó költség       | 712111   | 86253  | 135758   | 87654      | 65706  | 132679    |
|      | Fedezeti hozzájárulás | 252389   | 81027  | 14406    | 51132      | 14648  | 138103    |
| 2004 | Árbevétele            | 1067823  | 195610 | 288300   | 172647     | 146856 | 328608    |
|      | Kapott támogatás      | 11543    | 38900  | 38900    | 38900      | 38900  | 38900     |
|      | Változó költség       | 721176   | 87912  | 138368   | 98700      | 68000  | 139876    |
|      | Fedezeti hozzájárulás | 358190   | 146598 | 188832   | 112847     | 117756 | 227632    |
| 2005 | Árbevétele            | 709240   | 140300 | 218730   | 143194     | 128528 | 320686    |
|      | Kapott támogatás      | 18845    | 39500  | 39500    | 39500      | 39500  | 39500     |
|      | Változó költség       | 752634   | 89571  | 140979   | 112323     | 78500  | 144321    |
|      | Fedezeti hozzájárulás | -24549   | 90229  | 117251   | 70371      | 89528  | 215865    |
| 2006 | Árbevétele            | 1185600  | 157917 | 224443   | 149126     | 147415 | 328972    |
|      | Kapott támogatás      | 19200    | 40200  | 40200    | 40200      | 40200  | 40200     |
|      | Változó költség       | 773213   | 91229  | 145343   | 128214     | 80600  | 155430    |
|      | Fedezeti hozzájárulás | 431587   | 106887 | 119300   | 61112      | 107015 | 213742    |

Forrás: Saját összeállítás a vizsgált gazdaság adatai alapján

## 9. melléklet A MOTAD modell

|                        | Dekád         | Burgonya | Kukorica | Napraforgó | Őszi búza | Repce | Zöldborsó | Szlen09/123 | Steig10/123 | Steig11/123 | JD04/2 | JD04/3 | IFA07/23 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | F     | R  | K    |
|------------------------|---------------|----------|----------|------------|-----------|-------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|----------|------|------|------|------|------|------|-------|----|------|
| Vetésterület           |               | 1        | 1        | 1          | 1         | 1     | 1         |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 20,00 | =  | 20   |
| Burgonya               |               | 1        |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 1,11  | <= | 5    |
| Kukorica               |               |          | 1        |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 4,57  | <= | 10   |
| Napraforgó             |               |          |          |            | 1         |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 2,33  | <= | 4    |
| Őszi búza              |               |          |          |            |           | 1     |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 6,60  | <= | 12   |
| Repce                  |               |          |          |            |           |       | 1         |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 4,00  | <= | 4    |
| Zöldborsó              |               |          |          |            |           |       |           | 1           |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 1,39  | <= | 4    |
| Öntözés                |               | 1        |          |            |           |       |           | 1           |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 2,50  | <= | 2,5  |
| Erőgépek               |               |          |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      |       |    |      |
| Berico 1260            |               |          |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      |       |    |      |
|                        | 2007,06/3     |          |          |            |           | 32,5  |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 130   | <= | 240  |
|                        | 2007,09/2/3   |          |          |            | 65,0      |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 152   | <= | 480  |
|                        | 2007,10/1/2/3 |          | 130,0    |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 594   | <= | 720  |
| Burgonya manipulálás   |               |          |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      |       |    |      |
|                        | 2007,09/1/2/3 | 580,0    |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 645   | <= | 720  |
| Class Dominator        |               |          |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      |       |    |      |
|                        | 2007,06/3     |          |          |            |           | 83,3  |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 333   | <= | 360  |
|                        | 2007,07/2/3   |          |          |            | 90,9      |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 600   | <= | 600  |
|                        | 2007,09/2/3   |          |          | 71,4       |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 167   | <= | 600  |
|                        | 2007,10/1/2/3 |          | 95,2     |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 435   | <= | 900  |
| IFA 50 W L K           |               |          |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      |       |    |      |
|                        | 2007,06/3     |          |          |            |           | 52,0  |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 208   | <= | 400  |
|                        | 2007,07/2/3   |          |          |            | 198,3     |       |           |             |             |             |        |        | -1,0     |      |      |      |      |      |      | 800   | <= | 800  |
|                        | 2007,09/1/2   | 483,3    |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 538   | <= | 800  |
|                        | 2007,10/1/2/3 |          | 208,0    |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 950   | <= | 1200 |
| John Deere 6620        |               |          |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      |       |    |      |
|                        | 2006,08/1/2   | 55,6     | 25,0     | 25,0       |           | 25,0  |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 334   | <= | 800  |
|                        | 2006,09/1/2   |          | 25,0     | 25,0       |           | 25,0  |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 273   | <= | 800  |
|                        | 2006,09/3     |          |          | 13,3       | 25,0      | 66,7  |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 463   | <= | 480  |
|                        | 2006,10/1     | 52,8     |          |            | 25,0      | 33,3  |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 357   | <= | 480  |
|                        | 2006,10/1/2/3 |          | 25,0     |            | 52,6      |       | 25,0      |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 496   | <= | 1200 |
|                        | 2006,11/1     |          |          |            |           | 25,0  |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 35    | <= | 400  |
|                        | 2007,03/1     |          |          |            |           | 9,1   |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 36    | <= | 400  |
|                        | 2007,03/2     | 25,0     |          |            | 4,0       |       | 50,8      |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 125   | <= | 400  |
|                        | 2007,03/3     | 33,3     |          |            |           |       | 40,0      |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 93    | <= | 400  |
|                        | 2007,04/1     |          | 25,0     |            |           |       | 25,0      |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 149   | <= | 400  |
|                        | 2007,04/2     |          |          | 71,7       | 33,3      |       | 33,3      |             |             |             | -1,0   |        |          |      |      |      |      |      |      | 433   | <= | 480  |
|                        | 2007,04/3     | 33,3     | 58,8     | 58,8       |           |       | 33,3      |             |             |             |        | -1,0   |          |      |      |      |      |      |      | 479   | <= | 480  |
|                        | 2007,05/1/2   |          | 33,3     |            | 33,3      |       | 33,3      |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 418   | <= | 800  |
|                        | 2007,05/3     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 37    | <= | 400  |
|                        | 2007,06/1     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 37    | <= | 400  |
|                        | 2007,06/3     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 37    | <= | 400  |
|                        | 2007,07/2     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 37    | <= | 400  |
|                        | 2007,08/1     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 37    | <= | 400  |
|                        | 2007,08/2     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 37    | <= | 400  |
| Mtz 82                 |               |          |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      |       |    |      |
|                        | 2006,09/1     |          |          |            |           | 39,0  |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 156   | <= | 400  |
|                        | 2006,09/2/3   |          |          |            | 2,8       | 7,6   | 68,8      |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 331   | <= | 800  |
|                        | 2006,10/1     | 15,1     |          |            |           |       | 7,8       |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 48    | <= | 400  |
|                        | 2006,10/1/2/3 |          | 7,5      |            | 5,1       |       | 7,6       |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 79    | <= | 1200 |
|                        | 2007,03/1     |          |          |            |           | 5,2   |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 21    | <= | 400  |
|                        | 2007,03/2     | 9,4      |          |            | 4,9       |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 43    | <= | 400  |
|                        | 2007,03/3     |          |          |            |           |       | 1,9       |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 3     | <= | 400  |
|                        | 2007,04/1     | 83,1     | 2,8      |            |           |       | 7,8       |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 116   | <= | 400  |
|                        | 2007,04/2     | 107,8    | 1,4      | 10,9       | 7,8       |       | 15,6      |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 225   | <= | 400  |
|                        | 2007,05/1     |          | 7,8      |            |           | 7,8   | 7,8       |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 78    | <= | 400  |
|                        | 2007,05/2     | 7,8      |          |            | 7,8       |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 60    | <= | 400  |
|                        | 2007,06/1     | 7,8      |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 9     | <= | 400  |
|                        | 2007,06/2     | 7,8      |          | 7,8        |           |       | 313,2     |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 461   | <= | 480  |
|                        | 2007,07/2     | 7,8      |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 9     | <= | 400  |
|                        | 2007,07/3     |          | 7,8      | 38,5       |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 272   | <= | 400  |
|                        | 2007,08/1     | 7,8      | 7,8      |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 44    | <= | 400  |
|                        | 2007,08/2     | 7,8      |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 9     | <= | 400  |
|                        | 2007,09/1     |          |          | 7,8        |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 18    | <= | 400  |
|                        | 2007,09/1/2   | 676,0    |          | 72,5       |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 921   | <= | 960  |
| Öntözés (ÖBA-216)      |               |          |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      |       |    |      |
|                        | 2007,05/2     | 300,0    |          |            |           |       | 250,0     |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 681   | <= | 720  |
|                        | 2007,06/2     | 300,0    |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 334   | <= | 720  |
|                        | 2007,07/1     | 300,0    |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 334   | <= | 720  |
|                        | 2007,07/3     | 300,0    |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 334   | <= | 720  |
| Steiger                |               |          |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      |       |    |      |
|                        | 2006,10/1/2/3 |          |          | 80,0       | 135,5     |       |           |             | -1,0        |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 1080  | <= | 1080 |
|                        | 2006,11/1/23  | 194,4    | 138,9    | 31,1       |           |       | 138,9     |             |             | -1,0        |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 1080  | <= | 1080 |
|                        | 2007,04/2     |          | 24,4     |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 111   | <= | 300  |
| Szakképzett munkaerő   |               |          |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      |       |    |      |
|                        | 2006,10/1     |          |          |            |           | 33,3  |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 133   | <= | 200  |
|                        | 2007,04/1/2   | 52,6     |          | 25,0       | 33,3      |       | 58,3      |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 418   | <= | 480  |
|                        | 2007,04/3     | 33,3     |          |            |           |       | 33,3      |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 83    | <= | 200  |
|                        | 2007,05/1/2   |          | 33,3     |            | 33,3      | 15,4  | 33,3      |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 480   | <= | 480  |
|                        | 2007,05/3     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 37    | <= | 200  |
|                        | 2007,06/1     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 37    | <= | 200  |
|                        | 2007,06/3     | 33,3     |          | 15,4       |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 73    | <= | 200  |
|                        | 2007,07/2     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 37    | <= | 200  |
|                        | 2007,07/3     |          |          | 15,4       |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 36    | <= | 200  |
|                        | 2007,08/1     | 33,3     | 15,4     |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 107   | <= | 200  |
|                        | 2007,08/2     | 33,3     |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 37    | <= | 200  |
|                        | 2007,09/1     |          |          | 15,4       |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 36    | <= | 200  |
|                        | 2007,09/1/2/3 | 456,0    |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 507   | <= | 600  |
| Szakképzetlen munkaerő |               |          |          |            |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      |       |    |      |
|                        | 2006,09/1     |          |          |            |           | 25,0  |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 100   | <= | 300  |
|                        | 2006,09/2/3   |          |          | 13,3       | 25,0      | 66,7  |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 463   | <= | 600  |
|                        | 2006,10/1/2/3 | 25,0     | 25,0     |            | 57,7      |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 523   | <= | 900  |
|                        | 2006,10/3     |          |          |            |           |       | 25,0      |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 35    | <= | 300  |
|                        | 2007,03/1     |          |          |            |           | 9,1   |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 36    | <= | 300  |
|                        | 2007,03/2     | 25,0     |          |            | 4,0       |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 54    | <= | 300  |
|                        | 2007,03/3     |          |          |            |           |       | 1,9       |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 3     | <= | 300  |
|                        | 2007,04/1/2   | 113,5    | 25,0     | 13,3       |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 272   | <= | 600  |
|                        | 2007,04/3     |          | 60,2     | 0,3        |           |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      | 276   | <= | 360  |
|                        | 2007,09/1/2/3 | 2320,0   |          |            | </        |       |           |             |             |             |        |        |          |      |      |      |      |      |      |       |    |      |

Forrás: Saját számítás

## 10. melléklet Az E-V modell

|                        | Dekád         | Burgonya | Kukonica | Napraforgó | Őszi búza  | Repce  | Zoldborsó | Szlen09/123 | Steig10/123 | Steig11/123 | JD04/2 | JD04/3 | IFA07/23  | F        | R  | K      |
|------------------------|---------------|----------|----------|------------|------------|--------|-----------|-------------|-------------|-------------|--------|--------|-----------|----------|----|--------|
| Vetésterület           |               | 1        | 1        | 1          | 1          | 1      | 1         |             |             |             |        |        |           | 20,00    | =  | 20     |
| Burgonya               |               | 1        |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 1,11     | <= | 5      |
| Kukonica               |               |          | 1        |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 4,57     | <= | 10     |
| Napraforgó             |               |          |          | 1          |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 2,33     | <= | 4      |
| Őszi búza              |               |          |          |            | 1          |        |           |             |             |             |        |        |           | 6,60     | <= | 12     |
| Repce                  |               |          |          |            |            | 1      |           |             |             |             |        |        |           | 4,00     | <= | 4      |
| Zoldborsó              |               |          |          |            |            |        | 1         |             |             |             |        |        |           | 1,39     | <= | 4      |
| Öntözés                |               | 1        |          |            |            |        | 1         |             |             |             |        |        |           | 2,50     | <= | 2,5    |
| Erőgépek               |               |          |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
| Benico 1260            |               |          |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | 2007,06/3     |          |          |            |            | 32,5   |           |             |             |             |        |        |           | 130,00   | <= | 240    |
|                        | 2007,09/2 3   |          |          | 65,0       |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 151,70   | <= | 480    |
|                        | 2007,10/1 2 3 |          | 130,0    |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 593,59   | <= | 720    |
| Burgonya manipulálás   |               |          |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | 2007,09/1 2 3 | 580,0    |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 645,10   | <= | 720    |
| Class Dominator        |               |          |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | 2007,06/3     |          |          |            |            | 83,3   |           |             |             |             |        |        |           | 333,33   | <= | 360    |
|                        | 2007,07/2 3   |          |          |            | 90,9       |        |           |             |             |             |        |        |           | 600,00   | <= | 600    |
|                        | 2007,09/2 3   |          |          | 71,4       |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 166,71   | <= | 600    |
|                        | 2007,10/1 2 3 |          | 95,2     |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 434,87   | <= | 900    |
| IFA 50 W L K           |               |          |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | 2007,06/3     |          |          |            |            | 52,0   |           |             |             |             |        |        |           | 208,00   | <= | 400    |
|                        | 2007,07/2 3   |          |          |            | 198,3      |        |           |             |             |             |        |        | -1,0      | 800,00   | <= | 800    |
|                        | 2007,09/1 2   | 483,3    |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 537,58   | <= | 800    |
|                        | 2007,10/1 2 3 |          | 208,0    |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 949,75   | <= | 1200   |
| John Deere 6620        |               |          |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | 2006,08/1 2   | 55,6     | 25,0     | 25,0       |            | 25,0   |           |             |             |             |        |        |           | 334,30   | <= | 800    |
|                        | 2006,09/1 2   |          | 25,0     | 25,0       |            | 25,0   |           |             |             |             |        |        |           | 272,50   | <= | 800    |
|                        | 2006,09/3     |          |          | 13,3       | 25,0       | 66,7   |           |             |             |             |        |        |           | 462,78   | <= | 480    |
|                        | 2006,10/1     | 52,8     |          |            | 25,0       | 33,3   |           |             |             |             |        |        |           | 357,03   | <= | 480    |
|                        | 2006,10/1 2 3 |          | 25,0     |            | 52,6       |        | 25,0      |             |             |             |        |        |           | 496,20   | <= | 1200   |
|                        | 2006,11/1     |          |          |            |            |        | 25,0      |             |             |             |        |        |           | 34,69    | <= | 400    |
|                        | 2007,03/1     |          |          |            |            | 9,1    |           |             |             |             |        |        |           | 36,36    | <= | 400    |
|                        | 2007,03/2     | 25,0     |          |            | 4,0        |        | 50,8      |             |             |             |        |        |           | 124,70   | <= | 400    |
|                        | 2007,03/3     | 33,3     |          |            |            |        | 40,0      |             |             |             |        |        |           | 92,59    | <= | 400    |
|                        | 2007,04/1     |          | 25,0     |            |            |        | 25,0      |             |             |             |        |        |           | 148,85   | <= | 400    |
|                        | 2007,04/2     |          |          | 71,7       | 33,3       |        | 33,3      |             |             |             | -1,0   |        |           | 433,52   | <= | 480    |
|                        | 2007,04/3     | 33,3     | 58,8     | 58,8       |            |        | 33,3      |             |             |             |        | -1,0   |           | 480,00   | <= | 480    |
|                        | 2007,05/1 2   |          | 33,3     |            | 33,3       |        | 33,3      |             |             |             |        |        |           | 418,42   | <= | 800    |
|                        | 2007,05/3     | 33,3     |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 37,07    | <= | 400    |
|                        | 2007,06/1     | 33,3     |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 37,07    | <= | 400    |
|                        | 2007,06/3     | 33,3     |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 37,07    | <= | 400    |
|                        | 2007,07/2     | 33,3     |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 37,07    | <= | 400    |
|                        | 2007,08/1     | 33,3     |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 37,07    | <= | 400    |
|                        | 2007,08/2     | 33,3     |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 37,07    | <= | 400    |
| Mtz 82                 |               |          |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | 2006,09/1     |          |          |            |            | 39,0   |           |             |             |             |        |        |           | 156,04   | <= | 400    |
|                        | 2006,09/2 3   |          |          | 2,8        | 7,6        | 68,8   |           |             |             |             |        |        |           | 331,48   | <= | 800    |
|                        | 2006,10/1     | 15,1     |          |            |            | 7,8    |           |             |             |             |        |        |           | 47,96    | <= | 400    |
|                        | 2006,10/1 2 3 |          | 7,5      |            | 5,1        |        | 7,6       |             |             |             |        |        |           | 78,53    | <= | 1200   |
|                        | 2007,03/1     |          |          |            |            | 5,2    |           |             |             |             |        |        |           | 20,78    | <= | 400    |
|                        | 2007,03/2     | 9,4      |          |            | 4,9        |        |           |             |             |             |        |        |           | 42,55    | <= | 400    |
|                        | 2007,03/3     |          |          |            |            |        | 1,9       |             |             |             |        |        |           | 2,62     | <= | 400    |
|                        | 2007,04/1     | 83,1     | 2,8      |            |            |        | 7,8       |             |             |             |        |        |           | 116,15   | <= | 400    |
|                        | 2007,04/2     | 107,8    | 1,4      | 10,9       | 7,8        |        | 15,6      |             |             |             |        |        |           | 224,85   | <= | 400    |
|                        | 2007,05/1     |          | 7,8      |            |            | 7,8    | 7,8       |             |             |             |        |        |           | 77,56    | <= | 400    |
|                        | 2007,05/2     | 7,8      |          |            | 7,8        |        |           |             |             |             |        |        |           | 60,10    | <= | 400    |
|                        | 2007,06/1     | 7,8      |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 8,67     | <= | 400    |
|                        | 2007,06/2     | 7,8      |          | 7,8        |            |        | 313,2     |             |             |             |        |        |           | 461,51   | <= | 480    |
|                        | 2007,07/2     | 7,8      |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 8,67     | <= | 400    |
|                        | 2007,07/3     |          |          | 7,8        | 38,5       |        |           |             |             |             |        |        |           | 272,33   | <= | 400    |
|                        | 2007,08/1     | 7,8      | 7,8      |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 44,25    | <= | 400    |
|                        | 2007,08/2     | 7,8      |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 8,67     | <= | 400    |
|                        | 2007,09/1     |          |          | 7,8        |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 18,19    | <= | 400    |
|                        | 2007,09/1 2   | 676,0    |          | 72,5       |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 921,12   | <= | 960    |
| Öntözés (ÖBA-216)      |               |          |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | 2007,05/2     | 300,0    |          |            |            |        | 250,0     |             |             |             |        |        |           | 680,61   | <= | 720    |
|                        | 2007,06/2     | 300,0    |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 333,67   | <= | 720    |
|                        | 2007,07/1     | 300,0    |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 333,67   | <= | 720    |
|                        | 2007,07/3     | 300,0    |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 333,67   | <= | 720    |
| Steiger                |               |          |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | 2006,10/1 2 3 |          |          | 80,0       | 135,5      |        |           |             | -1,0        |             |        |        |           | 1080,00  | <= | 1080   |
|                        | 2006,11/1 23  | 194,4    | 138,9    | 31,1       |            |        | 138,9     |             |             | -1,0        |        |        |           | 1080,00  | <= | 1080   |
|                        | 2007,04/2     |          | 24,4     |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 111,37   | <= | 300    |
| Szakképzett munkaerő   |               |          |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | 2006,10/1     |          |          |            |            | 33,3   |           |             |             |             |        |        |           | 133,33   | <= | 200    |
|                        | 2007,04/1 2   | 52,6     |          | 25,0       | 33,3       |        | 58,3      |             |             |             |        |        |           | 417,83   | <= | 480    |
|                        | 2007,04/3     | 33,3     |          |            |            |        | 33,3      |             |             |             |        |        |           | 83,33    | <= | 200    |
|                        | 2007,05/1 2   |          | 33,3     |            | 33,3       | 15,4   | 33,3      |             |             |             |        |        |           | 480,00   | <= | 480    |
|                        | 2007,05/3     | 33,3     |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 37,07    | <= | 200    |
|                        | 2007,06/1     | 33,3     |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 37,07    | <= | 200    |
|                        | 2007,06/3     | 33,3     |          | 15,4       |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 72,98    | <= | 200    |
|                        | 2007,07/2     | 33,3     |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 37,07    | <= | 200    |
|                        | 2007,07/3     |          |          | 15,4       |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 35,91    | <= | 200    |
|                        | 2007,08/1     | 33,3     | 15,4     |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 107,32   | <= | 200    |
|                        | 2007,08/2     | 33,3     |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 37,07    | <= | 200    |
|                        | 2007,09/1     |          |          | 15,4       |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 35,91    | <= | 200    |
|                        | 2007,09/1 2 3 | 456,0    |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 507,18   | <= | 600    |
| Szakképzetlen munkaerő |               |          |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | 2006,09/1     |          |          |            |            | 25,0   |           |             |             |             |        |        |           | 100,00   | <= | 300    |
|                        | 2006,09/2 3   |          |          | 13,3       | 25,0       | 66,7   |           |             |             |             |        |        |           | 462,79   | <= | 600    |
|                        | 2006,10/1 2 3 | 25,0     | 25,0     |            | 57,7       |        |           |             |             |             |        |        |           | 522,95   | <= | 900    |
|                        | 2006,10/3     |          |          |            |            |        | 25,0      |             |             |             |        |        |           | 34,69    | <= | 300    |
|                        | 2007,03/1     |          |          |            |            | 9,1    |           |             |             |             |        |        |           | 36,36    | <= | 300    |
|                        | 2007,03/2     | 25,0     |          |            | 4,0        |        |           |             |             |             |        |        |           | 54,21    | <= | 300    |
|                        | 2007,03/3     |          |          |            |            |        | 1,9       |             |             |             |        |        |           | 2,62     | <= | 300    |
|                        | 2007,04/1 2   | 113,5    | 25,0     | 13,3       |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 271,55   | <= | 600    |
|                        | 2007,04/3     |          | 60,2     | 0,3        |            |        |           |             |             |             |        |        |           | 275,72   | <= | 360    |
|                        | 2007,09/1 2 3 | 2320,0   |          |            |            |        |           | -1,0        |             |             |        |        |           | 900,00   | <= | 900    |
|                        |               |          |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        |               | Burgonya | Búza     | Kukonica   | Napraforgó | Repce  | Zoldborsó |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | Burgonya      | 3191854  | 471263   | 410591     | -17678     | 288908 | -187328   |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | Búza          | 471263   | 138848   | 181825     | 23959      | 107968 | -18011    |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | Kukonica      | 410591   | 181825   | 383327     | 75033      | 243267 | 110494    |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | Napraforgó    | -17678   | 23959    | 75033      | 59600      | 24960  | 47128     |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | Repce         | 288908   | 107968   | 243267     | 24960      | 171260 | 79748     |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        | Zoldborsó     | -187328  | -18011   | 110494     | 47128      | 79748  | 168979    |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
|                        |               |          |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        |           |          |    |        |
| FH                     |               | 39773    | 14781    | 8791       | 12803      | 12515  | 21665     |             | -8          | -8          |        | -5     | -3        | 295000   | =  | 295000 |
| Vetésszerkezet         |               | 1,11     | 4,57     | 2,33       | 6,60       | 4,00   | 1,39      | 1680,40     | 1,02        | 35,78       |        | 9,22   | 508,87    |          |    |        |
|                        |               |          |          |            |            |        |           |             |             |             |        |        | Variancia | 42915635 |    |        |

Forrás: Saját számítás

11. melléklet A dinamikus pénzügyi modell felépítése

|                   | A1 | AR_1 | AR_1_2 | AR_2 | AR_3 | AR_4 | AR_5 | AR_6 | AR_7 | H7    | B7     | K7     | ÁK7    | T7      | H8    | B8       | K8     | ÁK8    | T8  | ... | H5    | B5       | BR_6_5  | K5  | ÁK5    | T5       | H6    | BR_7_6 | BR_1_2_6 | BA16    | K6    | ÁK6    | T6       | Felhasználás | Reláció  | Kapacitás |          |
|-------------------|----|------|--------|------|------|------|------|------|------|-------|--------|--------|--------|---------|-------|----------|--------|--------|-----|-----|-------|----------|---------|-----|--------|----------|-------|--------|----------|---------|-------|--------|----------|--------------|----------|-----------|----------|
| CF_7              | 1  | 1    | 0,5    |      |      | 0    |      |      |      |       | -1     | -23,5  |        | 1       |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          | -8440,1      | =        | -8440,1   |          |
| CF_8              |    |      |        | 1    |      |      |      |      |      |       |        |        |        | -1      | -1    | -24,458  |        | 0,718  | 1   | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          | -32148,9     | =        | -32148,9  |          |
| CF_9              |    |      |        |      | 1    |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | -1  | ...   |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 98404,3  | =         | 98404,3  |
| CF_10             |    |      |        |      |      | 1    |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 159344,3 | =         | 159344,3 |
| CF_11             |    |      |        |      |      |      | 1    |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | -3374,0  | =         | -3374,0  |
| CF_12             |    |      |        |      |      |      |      | 1    |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | -1550,0  | =         | -1550,0  |
| CF_1              |    |      | 0,5    |      |      |      |      |      | 1    |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | -1550,0  | =         | -1550,0  |
| CF_2              |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | -1550,0  | =         | -1550,0  |
| CF_3              |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | -9433,9  | =         | -9433,9  |
| CF_4              |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | -78008,8 | =         | -78008,8 |
| CF_5              |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... | -1    | -35,797  | -1,0675 |     | 3,949  |          | 1     |        |          |         |       |        |          | -36709,2     | =        | -36709,2  |          |
| CF_6              |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          | -1    | -1     | -1,0675  | -1,0689 | -1,15 | 4,308  |          | 1            | 37517,6  | =         | 37517,6  |
| Hitelkorlát       |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       | 1      |        |        |         |       | 1        |        |        |     | ... | 1     |          |         |     |        |          |       | 1      |          |         |       |        |          |              | 0,0      | <=        | 0,0      |
| Alternatív korlát | 1  | 1    | 1      | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1     |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | <=        | 0,0      |
| Búza              |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        | 1      |        |         |       |          | 1      |        |     | ... |       |          | 1       |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 4218,5   | =         | 4218,5   |
| A_1_6             | -1 |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         | 1     |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| AR_1_12           |    | -1   |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| AR_1_2_12         |    | 0    | -0,5   |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| AR_1_2_6          |    |      | -0,5   |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          | 1       |       |        |          |              | 0,0      | =         |          |
| AR_2_1            |    |      |        | -1   |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         |          |
| AR_3_2            |    |      |        |      | -1   |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         |          |
| AR_4_3            |    |      |        |      |      | -1   |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         |          |
| AR_5_4            |    |      |        |      |      |      | -1   |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         |          |
| AR_6_5            |    |      |        |      |      |      |      | -1   |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          | 1       |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         |          |
| AR_7_6            |    |      |        |      |      |      |      |      | -1   |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       | 1      |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         |          |
| Készlet_7         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       | -1     | -1     |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | -4218,5  | =         | -4218,5  |
| Készlet_8         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        | 1      |        |         |       |          | -1     | -1     |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Készlet_9         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        | 1      |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Készlet_10        |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Készlet_11        |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Készlet_12        |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Készlet_1         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Készlet_2         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Készlet_3         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Készlet_4         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Készlet_5         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          | -1      |     | -1     |          |       |        |          |         |       |        |          | 0,0          | =        | 0,0       |          |
| Készlet_6         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         | 1   |        |          |       |        |          |         |       | -1     |          | 0,0          | =        | 0,0       |          |
| Á_készl_7         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       | 0,5    | 1      | -1     |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          | 0,0          | =        | 0,0       |          |
| Á_készl_8         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          | 0,5    | 1      | -1  | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          | 0,0          | =        | 0,0       |          |
| Á_készl_9         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Á_készl_10        |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Á_készl_11        |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Á_készl_12        |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Á_készl_1         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Á_készl_2         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Á_készl_3         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Á_készl_4         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       |        |          |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Á_készl_5         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          | 0,5     |     | 1      | -1       |       |        |          |         |       |        |          | 0,0          | =        | 0,0       |          |
| Á_készl_6         |    |      |        |      |      |      |      |      |      |       |        |        |        |         |       |          |        |        |     | ... |       |          |         |     |        |          |       |        |          |         |       | 1      | -1       |              | 0,0      | =         | 0,0      |
| Célfüggvény       | -1 | -1   | -1     | -1   | -1   | -1   | -1   | -1   | -1   | -0,12 | 23,5   | -0,566 | -0,359 |         | -0,11 | 24,45818 |        | -0,718 |     | ... | -0,02 | 35,79685 | 1,0675  |     | -3,949 |          | -0,01 | 1,0675 | 1,0689   | 1,15    |       | -4,308 |          | 102783       | MAX!     |           |          |
| Megoldás          | 0  | 0    | 0      | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0     | 1801,1 | 2417,4 | 3318,0 | 33884,6 | 0,0   | 0,0      | 2417,4 | 2417,4 | 0,0 | ... | 0,0   | 0,0      | 0,0     | 0,0 | 0,0    | 190325,7 | 0,0   | 0,0    | 0,0      | 0,0     | 0,0   | 0,0    | 227843,3 |              |          |           |          |

Forrás: Saját számítás