

## Tartalomjegyzék

<b>Bevezetés .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Célkitűzés .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Irodalmi áttekintés .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1. Növénytermesztés jövője az Európai Unióban .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2. A modellezés és szimuláció módszerei .....</b>	<b>8</b>
<b>3.3 A mezőgazdaság sajátosságai a döntéstámogató rendszerek fejlesztésében .....</b>	<b>10</b>
<b>3.4. Szimulációs modellezés gyakorlati megvalósításának nehézségei .....</b>	<b>16</b>
<b>3.5. Folyamatok generikus kétrétegű háló modellje .....</b>	<b>21</b>
<b>4. Anyag és módszer .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1. A vizsgált növénytermesztési rendszer bemutatása .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2. A növénytermesztési folyamat kétrétegű háló modellje .....</b>	<b>27</b>
<b>4.3. A genetikus algoritmus .....</b>	<b>29</b>
<b>5. Az eredmények bemutatása .....</b>	<b>30</b>
<b>5.1. A konkrét feladat szimulációja .....</b>	<b>30</b>
<b>5.2. A szimuláció inputja .....</b>	<b>32</b>
<b>5.3. A szimuláció eredményei .....</b>	<b>39</b>
<b>6. Következtetések és javaslatok .....</b>	<b>45</b>
<b>7. Összefoglalás .....</b>	<b>48</b>
<b>Irodalomjegyzék .....</b>	<b>50</b>

## **Bevezetés**

Az ember gyakran találkozik olyan problémákkal, melyek megoldásáról nincs azonnal elképzelése. Ezeket a problémákat a legtöbbször nem tudja elszigetelt szabályokkal vagy formulákkal leírni. Ezen kívül sok tényezőnek hatása van számos jellemzőre. A komplex problémákat tehát már nem lehet egyszerű matematikai formalizmusokkal leírni és ezt követően „optimalizálni” amint ezt például a lineáris programozásban tesszük. Az ilyen típusú problémákat gyakran csak szimuláció segítségével tudjuk megoldani!

A gazdasági szimuláció elnevezéssel gyakran találkozhatunk, különösen külföldi szakirodalom tanulmányozása során, ahol teljesen elfogadott döntés-előkészítő, döntéstámogató módszerként kezelik azt.

Sajnos a mezőgazdaságban (részben annak sztochasztikus jellegéből fakadóan) a szimuláció nem tudott széles körben elterjedni. Nagy általánosságban csak sejtjük, hogy mi az, de sok téves feltevésünk van vele kapcsolatban. Alkalmazni végképp nem tudjuk, illetve nem próbáljuk. Pedig alkalmazási területei a lineáris programozáson gyakran túlmutatnak, ott is alkalmazni tudjuk, és ahol az egyszerű analitikus módszerekkel kudarcot vallanánk.

A gazdálkodók számára nagy segítséget nyújtanának olyan információs rendszerek, amelyek segítségével gazdaságilag elemezhetik az egyes növényfajok termőterületének változásait, és az állatállomány időbeni változását, illetve a ráfordított munkafolyamatokat.

Különösen fontos információkat nyújthatnak azok a rendszerek, amelyek nem csupán utólagos jelleggel rögzítik a legjellemzőbb paraméterek változásait, hanem prediktív vizsgálati lehetőségeket is nyújtanak. A gazdaságok jövedelmezőségének, likviditási pozícióinak javításához elengedhetetlenül szükséges olyan információs rendszerek kifejlesztése, amelyek lehetőséget teremtenek a gazdasági döntések, várható kihatásainak elemzésére, gazdasági áldozat vállalása nélkül.

Mindezekre a feladatokra alkalmas eszközt jelentenek a szimulációs modellek, amelyek lehetővé teszik a termelt növények, a munkafolyamat költségek, a ráfordítások, a hozamok és a bevételek időbeni alakulásának elemzését. Modellekkel vizsgálhatunk feltételezett szituációkat, döntési alternatívákat. Nem nélkülözhetők ezek az eszközök a növénytermesztési rendszerekben sem, és fontosak az állattenyésztési ágazatokban is.

## **2. Célkitűzés**

Dolgozatom célja, hogy egy kisebb növénytermesztő gazdaság erőforrásainak időbeni változásait vizsgáljam, illetve ökonómiai elemzését elvégezzem.

Az adatbázist a saját családi gazdaság adatai alapján építettem fel. Az elemzést egy program segítségével hajtottam végre, amelyet a Kaposvári Egyetem Matematikai és Informatikai Intézetben készített általános rendeltetésű programrendszerre adaptáltunk témavezetőmmel.

A mezőgazdaságban csekély számú olyan program létezik, amely segít a döntésekben, illetve irányításra használható. Ezek a programok is főként az állattenyésztést szolgálják, hiszen ez az ágazat nincs úgy kitéve a környezeti hatásoknak, mint a növénytermesztés és az állatok fejlődésére vonatkozó függvények jobban leírhatók, mivel az inputok és outputok közti kapcsolat is jobban megfigyelhető.

A növénytermesztési rendszerekre nehéz olyan programot írni, amely minden összefüggést tartalmaz (a növények fejlődése a napsütéses órák számának változása hatására, vagy a csapadékmennyiség mennyire befolyásolja a talaj megművelhetőségét).

Célunk az volt, hogy egy növénytermesztési gazdaság tervező és döntéstámogató rendszernek elkészítéséhez a nehézségek ellenére megkíséreljük az első lépést.

### **3. Irodalmi áttekintés**

#### **3.1. Növénytermesztés jövője az Európai Unióban**

A 2004. május 1.-i Európai Unióhoz való csatlakozást követően jobb helyzetbe kerülhet a gabonaágazatunk. Igaz, hogy kevesebb támogatást kapunk, mint azok az országok, akik már előbb csatlakoztak, de ez az összeg így is több, mint amennyit a magyar gazdák kaptak a csatlakozás előtt. Általában véve a KAP (Közös Agrárpolitika) mind a piacsabályozás, mind a vidékfejlesztés területén minden eddiginél nagyobb forrást, támogatást biztosít majd a magyar mezőgazdaság számára. A csatlakozás forrásbővítést jelent, nemcsak a jövedelemkiegészítő támogatások, a magasabb exporttámogatások, a biztonságosabb piaci értékesítés, a magasabb árak, hanem a kedvezőbb beruházási körülmények és az olcsóbb hitelhez jutás biztosításával. Az EU agrárpolitikai és piacsabályozási rendszere - a várható további átalakulások után is - olyan stabilitási tényezőt épít be a magyar mezőgazdasági termelésbe, amely önmagában is javítja termékeink versenyképességét. Az Európai Unió agrártámogatások legnagyobb tételét képező jövedelempótló közvetlen kifizetések fokozatosan kerülnek bevezetésre azt követően, hogy az EU tagországok sokáig vitatták ezen támogatási forma létjogosultságát az új tagok esetében. Felmerül a kérdés, hogy mekkora forrásból részesülnek a magyar gazdák? Összességében ugyanannyiból mint uniós társaik. Különbség a forráseloszlásban van, hiszen Magyarországon a gazdák először ugyan kevesebb jövedelempótló közvetlen kifizetést kapnak, mint uniós társaik, de ez évről-évre emelkedik és néhány év múlva ki fog

egyenlítődni (2013-ra), ugyanakkor lényegesen több jut majd a kiemelten fontos mezőgazdasághoz kötődő vidéki munkahelyteremtő beruházásokra, azaz a vidékfejlesztésre. A vidékfejlesztési beruházások tekintetében egyébként lényegesen jobb helyzetben leszünk mint az Unió jelenlegi tagállamai.

A közös piacra való belépés nem veszélyezteti a gazdákat nagyobb mértékben, sok esetben pedig könnyebbséget fog jelenteni. A piaci verseny erősödése mindenképpen várható, de a csatlakozási tárgyalások eredményeként kialakult feltételrendszer kielégítő versenyfeltételeket biztosít a magyar gazdák számára. További, ma még teljesen fel sem mérhető előnyöket jelent az Európai Unióban meglévő hosszú távra tervezhető és kiszámítható közös költségvetés (7 éves költségvetési időszakra rögzítik a szabályokat és a hozzájuk rendelt forrásokat).

A piaci termelésre már ma is képes, vagy azt racionális beruházásokkal elérni tudó gazdaságok számára az EU feltételekhez való alkalmazkodást számos támogatási forma segíti. Ezek között hangsúlyos - már a csatlakozást megelőző SAPARD támogatások között is - a minőségi, élelmiszer-biztonsági, állat- és környezetvédelmi szabályoknak való megfelelés támogatása. Emellett továbbra is lehetőség lesz - elsősorban korszerűsítési és nem termelésbővítési célú - beruházási támogatásokra, valamint a gazdasági tevékenység diverzifikációjának támogatására. Külön támogatási formát - 5 éven át maximum évi 1000 eurót - irányoz elő az EU azon kisgazdaságoknak, melyek csak részben árutermelők, de rentábilis fennmaradásuk reális üzleti tervvel bizonyítható. A piaci rések megtalálása, a specialitások előállítására való szakosodás is segítheti őket a piaci versenyben. ([www.fvm.hu](http://www.fvm.hu), [www.mvh.gov.hu](http://www.mvh.gov.hu))

Közvetlen területalapú támogatások alakulása:

1. táblázat

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
<b>EU</b>	<b>25%</b>	<b>30%</b>	<b>35%</b>	<b>40%</b>	<b>50%</b>	<b>60%</b>	<b>70%</b>	<b>80%</b>	<b>90%</b>	<b>100%</b>
<b>Nemzeti</b>	<b>30%</b>	<b>30%</b>	<b>25%</b>	<b>30%</b>	<b>30%</b>	<b>30%</b>	<b>30%</b>	<b>20%</b>	<b>10%</b>	<b>0%</b>
<b>Összesen</b>	<b>55%</b>	<b>60%</b>	<b>65%</b>	<b>70%</b>	<b>80%</b>	<b>90%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

*Forrás: FVM*

Ezeket az adatokat és mindazt a tudást, amit az egyetemen elsajátítottam felhasználtam a programban szereplő támogatások mértékének kiszámításához, a költségek meghatározásához és bevételek megállapításához.

A mezőgazdaságban, ezen belül a növénytermesztésben a korszerűbb tervezésre és irányításra a jövőben fokozottan szükségesek az informatikai alkalmazások használata.

### **3.2. A modellezés és szimuláció módszerei**

- **szimuláció** *lat* **1. pejor szimulálás** tettetés, színlelés **2. tud** folyamatok, jelenségek várható menetének modellezése matematikai eljárás segítségével [20]

- **modellezés** *tud* **1.** bonyolult jelenségek vizsgálatára szolgáló, a valóság megfelelő szintű absztrakcióján (modell) alapuló eljárás [20]

#### **Mi is a szimuláció?**

Szimuláció: modell + a modell működtetése (eljárás, amely az objektumokon a változtatásokat a törvényeknek megfelelően elvégzi)

Modell: objektumok + törvények [19,22,23]

#### **A szimuláció használatának szükségessége**

Szimulációt akkor használunk kísérlet helyett, ha a folyamat túl gyors, lassú, drága, veszélyes, bonyolult, esetleg nincs hozzá eszköz, vagy etikai akadályai vannak, vagy csak az eredmény látható, esetleg az eredmény sem látható, nem állíthatók be pontosan a feltételei, csak egyetlen példányban létezik, de ami a legfontosabb, hogy túl sokszor kell elvégezni. [19,22,23]

#### **A szimuláció módszertana [23]**

1. Meg kell ismerni a valós rendszert és törvényeit, jelenségeit!
2. Meg kell határozni a vizsgálni kívánt jelenséget!
3. El kell készíteni a folyamat modelljét!
4. El kell készíteni a programot!



5. Használhatjuk, kereshetünk vele érdekes paramétereket, vizsgálhatjuk az eredményeket, összefüggéseket!
6. A szimulációs eredmények ismeretében kísérletezhetünk a valós rendszerrel.
7. Vessük össze a kapott eredményeket!
8. Végül értelmezzük az eredményeket!

### **Modellek osztályozása [23]**

1. A modell használatának célja (leírás, szemléltetés, elemzés, tervezés, előrejelzés, irányítás, szabályozás)
2. A modellezett jellege (természeti, termelési, pszichikai, társadalmi)
3. A modell jellege (anyagi: elektromos, mechanikus; gondolati: szimbolikus, matematikai, számítógépes)
4. A modellezési szempont (forma, szerkezet, működés)
5. A modell változói szerinti osztályozása
  - bemenő, kimenő, ill. állapotváltozók szerint (emlékezet, autonóm, zárt rendszer)
  - a változók értékészlete szerint (diszkrét, folytonos, kevert)
  - a változók időfüggése alapján (időfüggő, állandó: statikus, dinamikus)
  - Időbeli változás szerinti osztályozás (diszkrét, folytonos)
6. Eredményváltozók függősége szerinti osztályozás
7. Determináltság (determinisztikus, sztochasztikus)
  - előrelátó, nem előrelátó
  - emlékezet nélküli, utóhatásmentes, emlékezetet függő

### 3.3 A mezőgazdaság sajátosságai a döntéstámogató rendszerek fejlesztésében

A döntéshozatal a személyes preferenciákon kívül rengeteg külső tényezőtől is függ, melyeket a döntéshozó különféle módszerekkel igyekszik csökkenteni a befolyásoló tényezőket figyelembe vételével. Természetesen a döntéshozó célja a bizonytalanságának a csökkentése az, hogy minél „jobb” döntéseket hozzon, azaz a meghozott döntéseit az üzleti partnerei számára vállalható módon támassza alá [21].

A befolyásoló tényezők egy része a mezőgazdasági döntéshozatal szempontjából sajátos, vagyis kiemelik, megkülönböztetik, a mezőgazdasági döntést az egyéb gazdasági döntésektől. A mezőgazdaság speciális jellege eleve sok olyan tényezőt hordoz, melyek alapvető fontosságúak az állattenyésztés és a növénytermesztés területén felmerülő döntések előkészítése és meghozatala során. Ezen tényezők közül számunkra azokat kell különös figyelembe vennünk, melyek egy lehetséges döntéstámogató rendszer kialakítását és magát döntési módszert alapvetően befolyásolják. Tehát a rendszerfejlesztés során alapvető fontosságúak a következő **kulcstényezők**:

1. Bizonytalanság kérdése a mezőgazdaságban. A bizonytalanság a figyelembe vett paraméterek között, különböző módon, a döntési folyamat különböző elemeiben merülhet fel.
- *Az információ hiányos*, tehát részleges, vagy elégtelen, nem létezik, vagy nem ismert.

- *Az információ nem* vagy csak pontatlanul *mérhető* illetve *érzékelhető*, illetve a mérés során átlagokat kell kifejezni.
- *Az információ nem megbízható*, vagy az információ forrása nem megbízható.
- *Az információ megítélése szubjektív* elemekkel rendelkezik.
- Az információk ábrázolása során a használt formalizmus, vagyis a *reprezentáció nem teszi lehetővé a teljes pontosságot*, így az ábrázolás után használt információk bizonyos mértékű pontatlanságot fognak hordozni.
- *Az információ ellentmondásos*, tehát van olyan információ, amely más források szerint eltérő, vagyis konfliktust okoz.

A mezőgazdasági termelés során jellemző, hogy meglehetősen sok bizonytalansági tényezőt kell figyelembe venni. Ezek a bizonytalan és kockázatos tényezők több különböző szinten is megjelennek a döntés hozatal során:

Bizonytalanok lehetnek a döntés során figyelembe vett **információk**, **állapotváltozók**, vagy **állapotok**. Sokszor nem az állapotváltozó bizonytalan, hanem annak megítélése.

Bizonytalan a döntéshozótól független **események** nagy része.

Sok bizonytalanságot találunk az állapotok és a következmények közötti **összefüggésekben**. Megkülönböztethetünk nehezen kezelhető nem determinisztikus kapcsolatokat, illetve jobban kezelhető sztochasztikus kapcsolatokat, melyek esetében valószínűségeket és várható értékeket tudunk képezni.

A lehetséges **kimentelek** bizonytalanok, és csak egy részük ismert ezért a fejlesztések során a legtöbb fejtörést okozzák.

Speciális bizonytalansági tényezőként kell értékelnünk az *időt*. Ez a ráfordítások és a hozamok időpontja, tehát az akciók és a kimenetek között eltelő idő.

Ritkán figyelembe vett, mégis a döntéshozó számára legfontosabb bizonytalansági tényező a döntéshozó kockázat mértékéről alkotott *szubjektív megítélése*. Egyéni és pillanatnyi hasznossági függvényekkel vizsgálhatjuk. Befolyásolja a kockázat preferencia illetve averzió, a célpreferencia és az intuíció vagy megérzés. Ez a tényező a jelen mesterséges intelligenciájú rendszereiből teljességgel hiányzik és csak az emberi szakértő rendelkezik vele.

A bizonytalanság kérdésének kezelésére használhatunk különböző valószínűség számítási tételeket, de nem szabad elfeledkeznünk arról, hogy a bizonytalanság, illetve a kockázat mértékének megítélése, nem annyira matematikai, mint inkább személyes preferenciákon, alapuló szubjektív döntés (pl.: a fuzzy)

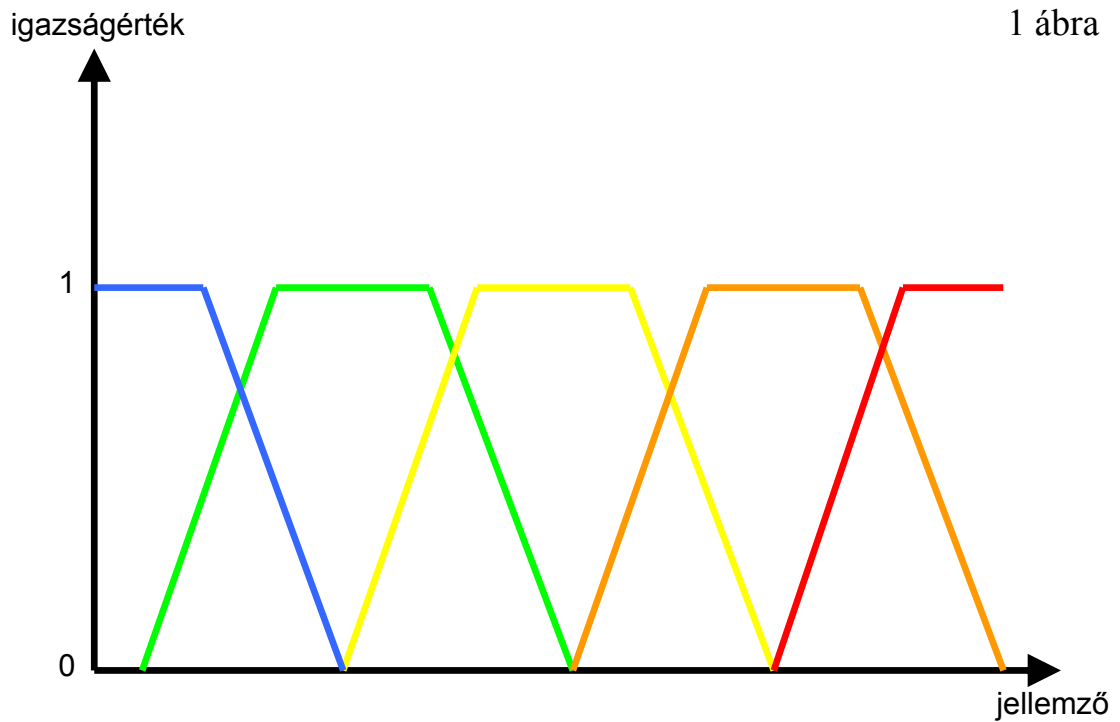
2. Túl sok, vagy túl kevés információ. A döntéshozó helyzete kettős. A mezőgazdasági döntéshozó egyrésztől alulinformált, hiszen döntési alternatíváinak egy részét illetve az események lehetséges kimeneteleit, sőt az események nagy részét sem ismeri, vagyis alulinformált. Másrésztől viszont a kombinatorikai tér mérete, illetve a termelési feltételek információi túl sok, még számítástechnikai eszközökkel is nehezen feldolgozható információ tömeget jelentenek számára. Az elemek determinisztikus igényű követése könnyen kombinatorikai robbanáshoz vezethet. A döntéstámogató rendszerek fejlesztése során a döntési probléma redukálása, vagyis a kezelhető

szintre történő egyszerűsítése látszik csak járható útnak. A probléma további összetevője, hogy a gyakorlatban készült információs rendszerek, adatbázisok, habár nagyok, mégsem feltétlenül szolgálják a közép és felső vezetői igényeket. Tartalmukat és összetételüket tekintve sokkal inkább külső igényeket, például adóhatóság igényeit szolgálják.

3. Szándékos információ torzítás. A mezőgazdasági döntéshozásra jellemző, hogy a döntéshozáshoz szükséges információk bizonyos esetekben szándékosan torzítottak. A mezőgazdasági termelőt körülvevő gazdasági, politikai, piaci környezet, illetve függőségi rendszer olyan, hogy gyakran érdekében áll a termelésének valós adatait, titkolni, torzítani sőt bizonyos esetekben a pontos információk kinyerése sem áll érdekében. Ez a bizalmi kérdés a kialakításra kerülő rendszerek fejlesztését nagymértékben befolyásolhatja.
  
4. A racionális döntéshozó célhatékonysága, és a célok összetett rendszere. A mezőgazdasági döntéshozó számára kiemelt jelentőséggel bírnak az említett, „optimálisnál” ugyan rosszabb, de azt mégis megközelítő szuboptimális megoldások. Ez a látszólag irracionális viselkedési mód, azért jellemző a mezőgazdasági döntéshozóra, mert célfüggvényei sem egyértelműek. A „racionális célhatékonyság” a valós mezőgazdasági termelőre ritkán jellemző. Egy kiemelt szempont szerint szuboptimálisnak bizonyuló megoldások, más szempontok együttes figyelembevételével, mint

lehetséges alternatívák fogalmazódnak meg, melyek akár kedvezőbbek is lehetnek a termelő számára. A döntéshozó együttes céljai, illetve célfeltételei is többféle viszonyban állhatnak egymással aszerint, hogy egymást akadályozó, vagy segítő, összevonható vagy nem összevonható célfeltételeket fogalmaz meg. A négy fő viszony mellett, a célok hierarchikus kapcsolatban is állhatnak egymással, amit konkrét formában, precedencia szabályok formájában írhatunk le.

5. Heurisztikus döntéshozás. A heurisztikák alkalmazása gyakran szükséges a mezőgazdasági döntéshozatalban, melynek két fő oka különíthető el. Az egyik ok, hogy segítségével olyan szabályok alkalmazhatók, melyek segítségével drasztikusan csökkenthető a megoldáskeresésbe bevont alternatív megoldások száma. A másik ok a mezőgazdaság biológiai jellegéből fakad, vagyis a biológiai rendszerekre vonatkozó ismereteink is sokszor eleve heurisztikus jellegűek. Ez azt jelenti, hogy nem ismerjük a jelenségek mögött húzódó pontos oksági összefüggéseket, csak úgynevezett szimptomákat ismerünk, mely tünet együttes bizonyos cselekvési programokat ír elő.
6. Fuzzy jelleg. A mezőgazdaságban fokozottan érvényesül, hogy a tényezők (állapotok) többnyire valamilyen bizonytalan pontatlansággal, pontosabb megnevezéssel szubjektív határozatlansággal rendelkeznek.



A fuzzy jellegű változók, és a tagsági függvény kapcsolata

Az állapotok olyan fogalmi elhatárolásról van itt szó, mely matematikai pontossággal nehezen követhető. (jó talaj, jó konstitúció, rossz vízellátottság ...stb.) A probléma jól kezelhető a részleges, vagy parciális halmazhoz tartozás fogalmának definiálásával [14].

### **3.4. Szimulációs modellezés gyakorlati megvalósításának nehézségei**

[1,12,13]

Melyek azok a kérdések, amelyek a szimulációs modellünk felépítése közben felmerültek, és megválaszolásra szorulnak?

- Az információs alapadat szükséglet körének meghatározása
- A változtatható paraméterek köre
- Egyedi vagy állomány szintű modellezés
- A modell sztochasztikája
- Dinamikus modell vagy állapot elemző modell.
- Termelési, biológiai, és technológiai potenciál faktorok alkalmazása
- Likviditás vizsgálat
- A részletesség és az aggregáció, célnak megfelelő összhangjának megteremtése

#### *1. Az információs alapadat szükséglet körének meghatározása*

Az információs alapadat meghatározása a szimulációs modell megalkotásának első és egyben legfontosabb lépése. Már a tervezés során tudnunk kell, hogy mit várunk a modelltől, hogyan akarjuk az információkat felhasználni. Legegyszerűbb megoldás, hogy már a munka elején pontokba szedve megfogalmazzuk a vizsgálati céljainkat, mind input, mind output oldalon és felhasználjuk azokat az összefüggéseket, amelyeket matematikai, technikai sőt tapasztalati úton igazolni tudunk. Nem elhanyagolható szempont az sem, hogy pontosan kell látnunk, kik



fogják a szimulációs modellt felhasználni, kik fogják az alap információkat megadni, a modell számára megfelelő formára adaptálni, feltölteni, kik fogják a szimulációs modellt “futtatni”, a szimulációs modell futásának eredményeit értelmezni és azt milyen döntések meghozatalában, kik fogják alkalmazni.

Tehát a választási lehetőségek a gazdálkodók számára az, hogy az összes tevékenységet ő végzi el, vagy megbíz egy olyan céget, aki felépítik a modellt, futtatják a programot, majd értékelik azt. Az információgyűjtés viszont mindenképpen a gazdálkodóra hárul és ő is dönti el, mit alkalmaz az eredmények alapján.

## *2. A változtatható paraméterek köre*

A paraméterek meghatározásakor az információkat digitális formában rögzíthető Inputokra, amellyel a modell dolgozni fog. A paraméterek tekintetében több lépcsőt is kialakíthatunk, miszerint a modell első feltöltése egy konkrét gazdaság adatai, másodszinten pedig a folyamatos működtetés, többszöri futtatás, a változó feltételek hatására szükségessé váló újrafuttatáshoz szükséges paraméterkör.

Természetesen, amikor a paraméterkört konkretizáljuk, akkor több szempontot is figyelembe kell venni. Fontos, hogy a paraméterek körét a lehető legkisebbre kell szűkíteni. Fontos továbbá, hogy a modell közvetlen inputját képző paraméterek a legkevesebb redundanciát hordozzák, vagyis lehetőleg olyan adatokat gyűjtsünk össze, amelyek még véletlenül sem hordozhatnak ellentmondásokat. Alkalmazható eszközök az aggregáció<sup>1</sup> és

---

<sup>1</sup> **aggregátum** *lat el. 1.* egymással érintkező, de nem szerves kapcsolatban levő elemek halmaza

az elimináció<sup>2</sup>. A paraméterkör megállapításánál külön fejezetet érdemel, hogy az adat szolgáltatója milyen adatokat ismer, hajlandó átadni, és mi az, amit megerőltetés nélkül szívesen ad meg, melyeket közöl nem szívesen, és melyeket titkol. Tapasztalataink szerint ma Magyarországon az előbbi megállapítás nem hagyható figyelmen kívül, sőt az eredmény szempontjából döntő fontosságú lehet. Sokszor talákoztunk például olyan jelenséggel, hogy a gazdálkodó, még saját jól felfogott érdeke esetében sem tud, vagy hajlandó minden szükséges adatot megadni.

### 3. *Egyedi vagy állomány szintű modellezés*

A következő szempont az egyedi vagy az állomány szintű modellezés kérdése, amely rengeteg modellezés technikai problémát vet fel. Az állomány szintű modellezés előnye, hogy viszonylag egyszerűbb, általános táblázatkezelő rendszerekkel is könnyen megoldható és jól feltudja használni a gyakorlatból, szakirodalomból merített átlagszámításokat, szórásokat, összefüggéseket. Óriási hátránya viszont, hogy nehezen lehet az állomány szintű adatokat kapcsolatba hozni a konkrét termelési ráfordítások, költségek, hozamok, de legfőképpen mindezek életszerű fluktuációival (változásaival), így az eredmény is életszerűtlen lesz. Az egyedi szintű modellezés előnye, hogy mindez könnyű és rendkívül realisztikus biológiai rendszerekre jellemzően fluktuáló eredmény keletkezik. Hátránya, hogy egyedi szinten nem tudunk mit kezdeni a tapasztalati módon megállapított átlagokkal.

---

<sup>2</sup> **elimináció** *lat el.* **1.** eltávolítás; megszüntetés **2.** *mat* kiküszöbölés

Nem azt vizsgáltuk, hogy az egyes növények hogyan növekednek, hanem azt, hogy az egyes földterületeken milyen műveletet és milyen időben hajtottuk végre.

#### 4. *Dinamikus modell vagy statikus modell.*

A dinamikus modellezés kérdése újabb lényeges kérdés. Tulajdonképpen két alapvető megoldás kínálkozik. Elkészíthetjük a modellt úgy, hogy a szükséges adatok megadása után egy végeredményt kapunk, amely egy meghatározott időponthoz (év eleje, vagy vége) kötődik. Ez főleg az állomány szintű modellezésre jellemző. A másik lehetőség, hogy a modell ciklikusan végrehajtodik és egy időszakhoz kapcsolódó eredménytsort kapunk. Ez utóbbi esetben dinamikus szimulációról beszélünk.

#### 5. *Termelési, biológiai, és technológiai potenciál faktorok alkalmazása*

Egy szimulációs modell felépítése közben a legegyszerűbb esetekben is egyszerűsítések sorozatát hajtjuk végre a valósághoz képest. Nem veszünk figyelembe minden tényezőt és nem építünk ki minden összefüggést sem. Óhatatlanul felmerül, hogy bizonyos változások pontos összefüggés rendszerét sem ismerjük pontosan. Ezekben az esetekben kialakíthatunk úgynevezett potenciál faktorokat, melyek egy elképzelt ideális esethez képest (úgymond „hibátlan” körülmények esetén) a pillanatnyi helyzetet faktorszámokkal módosítják.

## 6. *Likviditás vizsgálat*

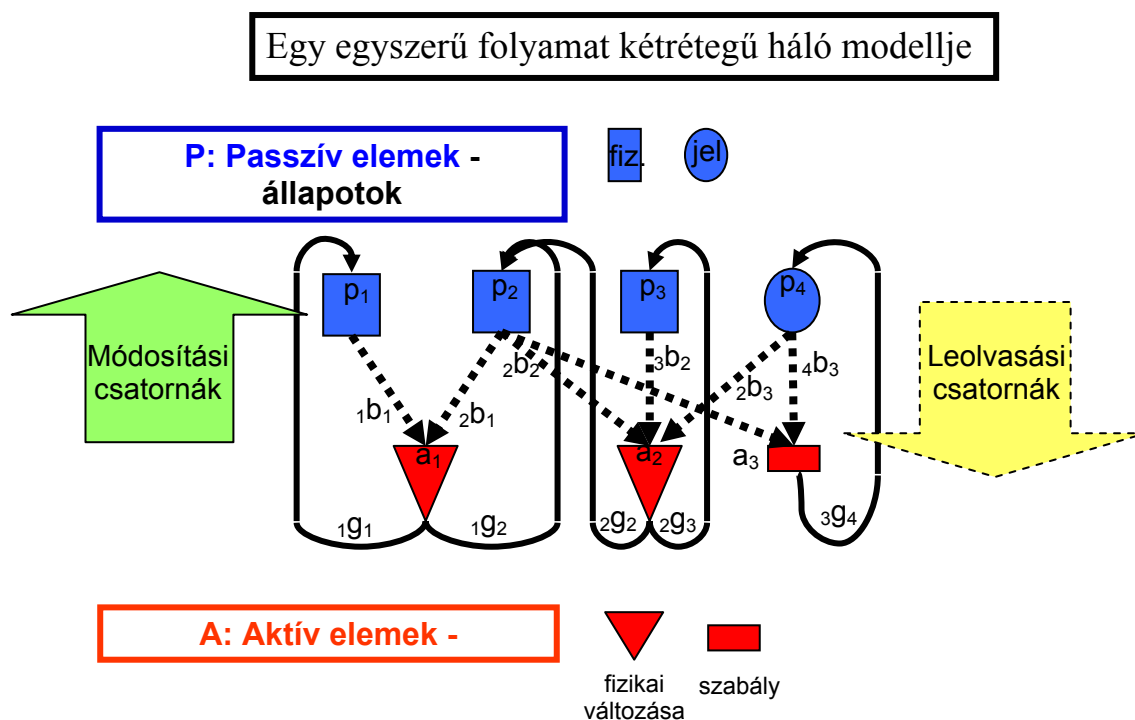
A biológiai rendszerre épülő modellek esetében fluktuáció alakul ki a kimenetben is. Ezen változó eredmény sor életszerűen modellezi a valóságot. Az eredmény sor ismeretében vizsgálhatjuk a jövedelmek és költségek alakulását valamint azt, hogy mely időszakokban alakul ki a modell szerint likviditási probléma.

A szimulációs módszerek nem foglalják el az őket megillető helyet a döntés-előkészítő módszerek körében.

### 3.5. Folyamatok generikus kétrétegű háló modellje

Az 2. ábrán egy egyszerű fiktív folyamat generikus kétrétegű háló modelljét szemléltetem.

2. ábra



A **passzív** elemek (négyzetek, kör) az egyes elemekben levő megmaradási mértékeket, valamint a hozzájuk tartozó intenzív jellemzőket, korlátértékeket, az eredő megváltozást, valamint a különféle egyéb input/output és adminisztratív paramétereket tartalmazó adat-együtteseket tartalmazzák. A passzív elemek jellemző részhalmazaihoz feltételeket vizsgáló, illetve következményeket kiszámító dinamikusan generálható, módosítható, illetve törölhető programrészletek is tartoznak.

Az **aktív** elemi változások, illetve szabályok (háromszögek, vonás) a modell működését reprezentálják. Meghatározzák, hogy melyik passzív elemek tartalmát kell leolvasni, milyen feltételeket kell ellenőrizni, hogyan kell kiszámítani az adott változás mértékét, valamint melyik passzív elemek tartalmát és adott esetben milyen sztöchiometriai koefficiensek figyelembevételével kell növelni vagy csökkenteni, illetve átírni.

Az aktív elemeknek három fajtája van, melyek rendre:

- az egyes térrészekben belül lejátszódó átalakulásokat, illetve
- az egyes térrészek közötti transzportot, illetve
- az információs típusú szabályokat

írják le.

A kapcsolatok

- kisebb része a vizsgált folyamat és a környezet összefüggéseit (azaz a modell peremfeltételeit) határozza meg,
- döntő többsége viszont a vizsgált folyamat belső struktúráját definiálja.

A gráfélek az aktív elem által képviselt változás kiszámításához szükséges leolvasásoknak, illetve a szóban forgó változás által okozott megmaradási mérték növekedéseknek vagy csökkenéseknek, illetve jel módosításának felelnek meg.

A belső struktúrában dominálnak a passzív→aktív→passzív visszacsatolásokat meghatározó körök. A visszacsatolások lényege az,

hogy a passzív elemekkel leírt állapot határozza meg az aktív elemek által végrehajtott elemi folyamatokat, ugyanakkor ezen elemi folyamatok módosítják az állapotot. Ennek megfelelően az “önmeghatározott” jelzővel arra utalunk, hogy a vizsgált megmaradási folyamat azért működik úgy, mert olyan az állapota, és azért változik meg az állapota, mert úgy működik.

Lényeges, hogy az aktív→passzív és a passzív→aktív kapcsolatok kizárólagossága következtében a megmaradási folyamat modellek mindig reprezentálhatók egy kétrétegű struktúrával. E kétrétegű struktúrában a dinamikus modell lényege az, hogy az aktív elemek működését a passzív elemek állapota, a passzív elemek módosított állapotát pedig az aktív elemekkel modellezett változások határozzák meg.

A megmaradási folyamat modellek lényeges szerkezete tehát egy kétféle gráfpontból és kétféle gráfélből álló struktúrával jellemezhető. A két gráfpont rendre a megmaradási mértékek véges mennyiségeit tartalmazó (passzív) mérlegelemeknek vagy jeleknek, illetve a megmaradási mértékek és jelek összetartozó átalakulásait vagy helyváltatásait reprezentáló (aktív) elemi változásoknak vagy szabályoknak felel meg. A két gráfél rendre az elemi folyamatok kiszámításához szükséges passzív elembeli leolvasásokat, illetve az elemi folyamatok által okozott megmaradási mérték növekedéseket és csökkenéseket jelképezi.

A felhasználói interfész: egy, az adott alkalmazási területre kialakított eszközzrendszer, amely segíti a kiindulási adatok feldolgozását, valamint a számított eredmények megjelenítését. Jelenleg az input adatok leírására Microsoft EXCEL munkakönyveket használunk, és ugyanezen fájlok más lapjain jelenik meg az output is.

Generikus adatbázis: a konkrét feladat transzformált input állománya, olyan formába átírva, amely már közvetlenül feldolgozható az általános rendeltetésű modell generátor segítségével. Jelenleg egy dinamikus adatbázis generikus passzív és aktív elemeire transzformáljuk a mérlegelemek és jelek felhasználói interfészen segítségével leírt dekompozíciós fájának terminális elemeit, valamint a terminális elemek között értelmezett elemi folyamatokat és szabályokat definiáló aktív elemeket.



## 4. Anyag és módszer

### 4.1. A vizsgált növénytermesztési rendszer bemutatása

Az alkalmazott programhoz szolgáló inputokat a saját gazdaságunkról képeztem le, ezért könnyű helyzetbe kerültem, hiszen sok időm és alkalmam volt összehasonlítani az eredményeket a valós rendszerrel. A gazdaságot szüleim 15 éve alapították. Akkor még csak másodállásban, mint őstermelők, kis birtokmérettel, illetve 30 db-os sertéslétszámmal. Az idő elteltével egyre több földet vásároltunk és a sertés állomány is felfejlődött 30 db anyakocára és annak szaporulatát hizlaltuk fel.

Időközben a körülmények megváltoztak és a sertéstenyésztést abbahagytuk, inkább a növénytermesztési ágazatot bővítettük. Mostanra szüleim főállásúként végzik a tevékenységet. 2002-ben megalakítottuk új lehetőségként a **családi gazdaságot**. A birtokméret 75,55 ha-ra növekedett, amin szántóföldi növénytermesztést végzünk. A termesztett növények körébe tartozik az árpa, búza, kukorica, szója és a zab. A földek megműveléséhez szükséges gépeket sok év alatt vásároltuk. A meglévő gépállomány mellé (MTZ-920 típusú traktor) 2002-ben hajtottuk végre a legnagyobb beruházást, amikor kedvező támogatási lehetőségek adódtak. Ekkor vettünk egy Deutz-Fahr Agroplus 100 traktort, és a megfelelő munkagépeket: egy Vogel&Noot gyártmányú háromfejes ágyékét, egy 4,2 m munkaszélességű ásóboronát, egy 3,6 m széles XT tárcsát, egy 4,2 m-es fogasboronát, egy három tagból álló gyűrűhengert, a különböző növények vetéséhez egy Kühne Felderr típusú 23 soros gabonavetőgépet és egy SPC-6FS típusú szemenkétvetőgépet, a növényvédelem elvégzése céljából egy

14 m keretszélességű vegyszerezőt, a talajerő visszapótlás céljából egy 1 t kapacitású műtrágyaszórót és egy 8 t teherképességű egytengelyes pótkocsit. A hatékonyság fokozása céljából az öreg, elavult gépeket eladtuk és az új munkagépeket vontuk használatba.

Célunk a birtokmértet növelése kb. 150 ha-ra, hogy elérjük a gépek legjobb kihasználtsági szintjét.

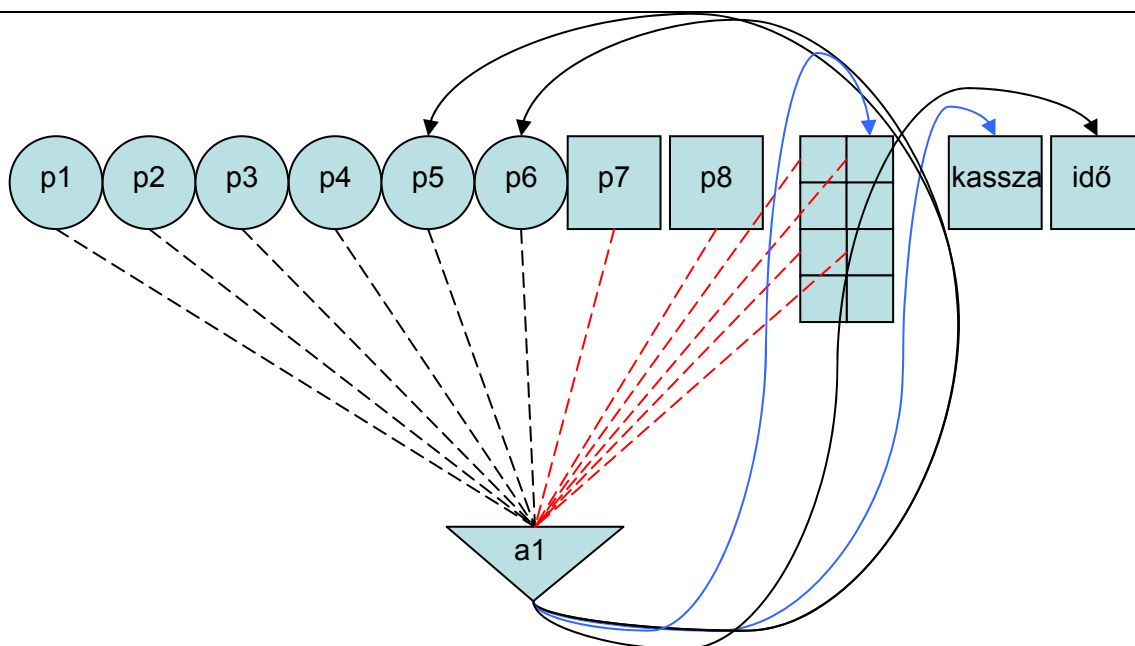
A másik probléma a birtokszerkezet, ugyanis a területek több település határában van, egymástól több kilométerre. Ez meglassítja a munkafolyamatok elvégzését, mert a táblához való út sok időt vesz el.

## 4.2. A növénytermesztési folyamat kétrétegű háló modellje

A megmaradási folyamatok strukturális modelljének lényege az, hogy a vizsgált rendszert szükséges és elégséges mértékben kis elemekre bontjuk, majd a folyamatot az egyes elemekben levő mennyiségeket jellemző passzív, és az ezen mennyiségek változását meghatározó aktív elemekkel írjuk le.

3. ábra

A vizsgálat növénytermesztési feladat strukturájának egy részlete



Jelmagyarázat:

p1 szabály input állapota  
p2 szabály output állapota  
p3 [t1,t2] időkorlát  
p4 teljesítmény  
p5 vetésforgó  
p6 föld állapota  
p7 föld mérete  
p8 területhez tartozó aktuális munkafolyamat

Az 3. ábrán a négyzetek a passzív mérlegelemeknek, a körök az információs folyamatoknak, a háromszög pedig egy aktív elemi változásnak felel meg. A négyzetektől a háromszöghöz vezető élek az elemi folyamatok kiszámításához szükséges leolvasásokat jelzik. Az információs folyamat, a megmaradási folyamat speciális részfolyamatának transzformációja. A kapott jel átalakítása, feldolgozása majd a beavatkozás számítása és végrehajtása megmaradó mennyiségek, illetve jelek felhasználásával történik meg. A különbség mindössze annyi, hogy a szabályozási körben lejátszódó megmaradó mennyiség változások mértéke kicsi a szabályozott folyamatra gyakorolt hatáshoz képest. Ha két kapcsolódó megmaradási folyamat közül az egyikben a megmaradó mennyiségek változása elhanyagolható a másikhoz képest, miközben arra erős hatást jelentő visszacsatolt kapcsolatot létesít, akkor ezt a folyamatot a másikhoz képest információs folyamatnak tekinthetjük. A kiszámítást a ("háromszögekkel" jelölt) aktív elemek végzik illetve "végeztetik" el. A háromszögektől a négyzetekhez vezető élek az aktív elem által kiszámított átalakulás vagy elmozdulás hatását szimbolizálják. A passzív mérlegelemek az egyes elemekben levő megmaradási mértékeket tartalmazó adat-együtteseket tartalmazzák. A passzív és aktív elemek jellemző részhalmazaihoz feltételeket vizsgáló, illetve következményeket kiszámító dinamikusan generálható, módosítható, illetve törölhető programrészletek is tartoznak.

### **4.3. A genetikus algoritmus**

A *genetikus algoritmus* egy a biológiai rendszerek evolúciójának analógiájára kialakított optimalizációs (vagy legalábbis elegendően jó megoldásokat előállító) módszer. A genetikus programozásnál a lehetséges megoldásokat (variánsokat) egy genetikus modellre kódoljuk, majd a modellt az ún. genetikus algoritmussal manipuláljuk.

A *genetikus modell* az élőlények genetikus kódjához hasonló ismeretprezentáció. A genetikai struktúra kezelésére szolgáló genetikus algoritmus a Darwin-i természetes kiválogatódás elvén alapul. A genetikus algoritmus a populációban lévő genetikus kódok (azaz az egyedek) halmazára felett értelmezett genetikus operátorok alkalmazásán alapul. A genetikus operátorok a biológiai fejlődést biztosító szaporodási folyamatok jellegzetességeinek mintájára értelmezett műveleteket (pl. szelekciót, reprodukciót, párosítást, kereszteződést, mutációt) hajtják végre.

A genetikus algoritmusok jellemzője:

- a genetikus kódok adott méretű rendezett
- a genetikus algoritmus pedig teljesen véletlenszerű elvek alapján (sztochasztikusan) működik.

A munkámban úgy kombináltam a genetikus algoritmust a generikus szimulátorral, hogy a lehetőségtérben a különböző vetésforgókat változtatja, és így maximalizálja az eredményt a negyedik év végére.

## **5. Az eredmények bemutatása**

### **5.1. A konkrét feladat szimulációja**

**A feladat:** saját növénytermesztési gazdaságunkat szimuláltuk, és a lehetséges alternatívák közül a nagyobb gazdasági eredményt szolgáltató megoldások algoritmikus kifejtése.

**A feladat specialitása:** a megoldásra az egyetlen input interpretációs modul kivételével ugyanazt a programrendszert és azokat az adatszerkezeteket használtuk, amelyeket már más területeken sikeresen felhasználtak. További érdekesség a szimulációt kísérő költség kalkuláció és ezen keresztül a cash-flow számítás, valamint az egy vagy több éves időhorizontú optimalás lehetősége. Természetesen a módszer még a kipróbálás kezdeti állapotában van.

A folyamat végrehajtása során erőforrásokat kell felhasználnunk.

**Erőforrások:** mindazok a fizikailag megjelenő vagy készség és képesség szintjén mérhető lehetőségek, melyek a tevékenységek végrehajtása során igénybe vehetők, illetve igénybe veendőek. Tevékenységekből épül fel a folyamat, így a folyamatok végrehajtása is erőforrásokat igényel.

Erőforrások az előzőek szerinti általános megfogalmazáson túl, klasszikus értelemben a munkaerő, az eszközök és az anyagok. Erőforrásként kezeljük azonban a pénzt és az időt is. Így amikor erőforrásról beszélünk, akkor mindig az említett öt erőforrásfajtára gondolunk.

Kimondhatjuk, hogy a folyamatokat az jellemzi, hogy végrehajtásuk

- időt,
- pénzt,
- munkaerőt,
- gépeket-eszközöket,
- anyagokat igényel.

### **Feladat felépítése:**

A fontosabb **passzív elemek** tartalma a következő:

- a rendelkezésre álló pénz mennyisége,
- a földterületek nagysága és állapota
- az egyes vetőmagok mennyisége a gazdaságban
- a műtrágyák mennyisége a gazdaságban
- a növényi termékek mennyisége a növénytermesztésben

A fontosabb átalakítás típusú **aktív elemek** tartalma a következő:

- vetések, növénytermesztési műveletek, aratások
- a növénytermesztésben felhasznált költségek elszámolása

## 5.2. A szimuláció inputja

Az EXCEL könyv 1. lapja a szimulációt vezérlő alapparamétereket tartalmazza. Itt lehet beállítani az időlépéseket, hogy mekkora legyen az időlépés, illetve azt is itt lehet megadni, hogy a munkafolyamatokat hány naponta írassuk ki az outputba.

A szimulációs időt első lépésben 365 napra állítottuk be, de ezt lehet több éves intervallumban is végrehajtani. Az első nap szeptember 1. Ez egy olyan időpont, amikor az öt földterület egyidejűleg üres állapotban volt.

Az 2. táblázatban az egy éves szimuláció időbeállításai láthatók, míg a 3. táblázatban a négy éves intervallumot állítottam be.

A támogatások kifizetésének ideje minden év április 1.

2. táblázat

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Növénytermesztési szimuláció								
2									
3	Model:	Növény1					1		
4									
5	Általános adatok								
6									
7		Időlépés			0.5	nap			
8		Kiiratás			1	nap			
9		Szimulációs idő			365	nap			
10		Támogatás kifizetése			213	nap			
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17	Comment		Növénytermesztési modell						
18									

3. táblázat

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Növénytermesztési szimuláció								
2									
3	Model:	Növény1					1		
4									
5	Általános adatok								
6									
7		Időlépés			0.5	nap			
8		Kiiratás			1	nap			
9		Szimulációs idő			1460	nap			
10		Támogatás kifizetése			[213,578,943,1308]	nap			
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17	Comment		Növénytermesztési modell						
18									



A 4. táblázatban a rendszer erőforrásainak kezdeti állapota, rendelkezésre álló munkaeszközök, az ezekhez kapcsolódó árak található. A szögletes zárójelben írt számok a 6. oldalon megjelenő output oszlopok megjelölése. A Statusz Y/N típusú adat lehet. Ha N-et írunk ide, a program nem veszi figyelembe. A Névhez bármilyen fantázianevet is be lehet írni. Az ID oszlopban lévő elnevezéseket olvassa be a program és a hozzá kapcsolódó Mennyiségekkel és Árakkal számol.

4. táblázat

	1	2	3	4	5
1	Passzív elemek - erőforrások				
2					
3	Statusz	Név	ID	Mennyiség	Ar, költség
4				Ft, kg, db	Ft/kg Ft/nap Ft/ha
5					
6	Y	Kassza	Kassza	0 [5]	1
7	Y	Buza_vetomag	Mbuza	100000 [6]	60
8	Y	Arpa_vetomag	Marpa	100000 [7]	55
9	Y	Kukorica_vetomag	Mkukorica	100000 [8]	18
10	Y	Zab_vetomag	Mzab	100000 [9]	40
11	Y	Szoja_vetomag	Mszoja	100000 [10]	60
12	Y	N:P:K_Mutragya	NPK	100000 [11]	57.5
13	Y	Ammonium-nitrat	N	100000 [12]	33.3
14	Y	Vegyszer	Vegyszer	10000 [13]	5
15	Y	Ember1	Ember1	1 [15]	0
16	Y	Ember2	Ember2	1 [16]	0
17	Y	Traktor1	Traktor1	1 [17]	0
18	Y	Traktor2	Traktor2	1 [18]	0
19	Y	Eke	Eke	1 [19]	10000
20	Y	Asoborona	Asoborona	1 [20]	4500
21	Y	Tarcsa	Tarcsa	1 [21]	5000
22	Y	Fogasborona	Borona	1 [22]	4000
23	Y	Gyurushenger	Henger	1 [23]	2500
24	Y	Gabonavetogep	Gvetogep	1 [24]	3000
25	Y	Szemenkenti vetogep	Svetogep	1 [25]	3000
26	Y	Vegyszerezo	Vegyszerezo	1 [26]	3000
27	Y	Mutragyaszoro	Mszoro	1 [27]	3000
28	Y	Potkocsi	Potkocsi	1 [28]	1000
29	Y	Buza	Buza	1 [30]	24
30	Y	Arpa	Arpa	1 [31]	24
31	Y	Zab	Zab	1 [32]	22
32	Y	Kukorica	Kukorica	1 [33]	24
33	Y	Szoja	Szoja	1 [34]	60

A 5. táblázatban a földterületekhez tartozó adatok találhatóak, illetve a földterületekhez tartozó közvetlen területalapú támogatások összege van feltüntetve. Ezen az oldalon is található Y/N típusú Státusz.

A Tábla oszlopba ismét akármilyen fantázianevet lehet beírni.

A Föld ID és Állapot ID határozza meg, hogy milyen állapotban van az adott földterület az első napon.

5. táblázat

	1	2	3	4	5	6	7	8
1	Passzív elemek - földterületek							
2								
3	Statusz	Tábla	Föld	Novény	Allapot	Meret	AK	Támogatás
4		hrs	ID	ID	ID	ha		Ft/ha
5								
6	Y	Kokeny	T1	buza	0 [41]	8,07		44700
7	Y	Pogany	T2	zab	0 [42]	6,35		44700
8	Y	Pogany	T3	arpa	0 [43]	8,87		44700
9	Y	Pogany	T4	kukorica	0 [44]	21,46		44700
10	Y	Koros	T5	szoja	0 [45]	30,8		44700

Az 6. táblázatban látható, hogyan lehet megadni az évente fokozatosan növekvő területalapú támogatásokat.

6. táblázat

Passzív elemek - földterületek								
Statusz	Tábla	Föld	Novény	Allapot	Meret	AK		Támogatás
	hrs	ID	ID	ID	ha			Ft/ha
Y	Kokeny	T1	buza	X1 [41]	8,07			[40900,44700,48400,52000]
Y	Pogany	T2	zab	X2 [42]	6,35			[40900,44700,48400,52000]
Y	Pogany	T3	arpa	X3 [43]	8,87			[40900,44700,48400,52000]
Y	Pogany	T4	kukorica	X4 [44]	21,46			[40900,44700,48400,52000]
Y	Koros	T5	szoja	X5 [45]	30,8			[40900,44700,48400,52000]

A támogatások mértékét és kifizetésének idejét tetszőlegesen akármilyen értéket meg lehet adni, és akármilyen hosszú periódus lehet. Ezeket az értékeket egy listába írtuk, és mindig azokkal az értékekkel számol a program, ahányadik évben vagyunk.

7. táblázatban a folyamatot leíró az átalakulási aktív elemeket deklaráljuk. Ezen az ábrán csak példaként a búzához és árpához tartozó termesztéstechnológia látható. Természetesen az összes növényre felírható a megfelelő termesztéstechnológia. Ide írjuk be a műveletek sorrendjét, a műveletek szükséges idejét, amit ha/nap teljesítményben adtunk meg. Ezen az oldalon határozzuk meg a folyamatok feltételeit és következményeit is, azaz, hogy az egyes műveletekhez milyen erő- és munkagép szükséges, illetve azt, hogy milyen és mennyi anyagot, erőforrást használunk fel.

7. táblázat

2	3	4	5	6	7	8	9	10
Szám	Művellet	Idopont	Növény	Következő	Teljesítmény ha/nap	Felfétel	Következő	Következő
6 1	0	10,30	buzza	oszi_mutraegyeszes	-1	K	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o
7 2	0	10,30	buzza	szántás	-1	Y	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o
8 3	0	10,30	buzza	szántás	-1	K	"Traktor", "Eke", "Ember1"]	"Traktor", "Eke", "Ember1"]
9 4	0	10,30	buzza	szántás	8	Y	"Traktor", "Eke", "Ember1"]	"Traktor", "Eke", "Ember1"]
10 5	0	10,30	buzza	boronálás	-1	K	"Traktor", "Borona", "Ember1"]	"Traktor", "Borona", "Ember1"]
11 6	0	10,30	buzza	boronálás	15	Y	"Traktor", "Borona", "Ember1"]	"Traktor", "Borona", "Ember1"]
12 7	0	10,30	buzza	vetőgőy_készít	-1	K	"Traktor", "Asoborona", "Ember1"]	"Traktor", "Asoborona", "Ember1"]
13 8	0	10,30	buzza	vetőgőy_készít	15	Y	"Traktor", "Asoborona", "Ember1"]	"Traktor", "Asoborona", "Ember1"]
14 9	0	35,45	buzza	vetés	-1	K	"Traktor", "Traktor2", "G vetőgép", "Ember1", "Ember2", "P o	"Traktor", "Traktor2", "G vetőgép", "Ember1", "Ember2", "P o
15 10	0	35,45	buzza	vetés	20	Y	"Traktor", "Traktor2", "G vetőgép", "Ember1", "Ember2", "P o	"Traktor", "Traktor2", "G vetőgép", "Ember1", "Ember2", "P o
16 11	0	35,45	buzza	vetés lezárás	-1	K	"Traktor", "Henger", "Ember1"]	"Traktor", "Henger", "Ember1"]
17 12	0	35,45	buzza	vetés lezárás	40	Y	"Traktor", "Henger", "Ember1"]	"Traktor", "Henger", "Ember1"]
18 13	0	190,200	buzza	tavaszi_mutraegyeszes	-1	K	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o
19 14	0	190,200	buzza	tavaszi_mutraegyeszes	20	Y	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o
20 15	0	220,230	buzza	vegyszerelés	-1	K	"Traktor2", "Vegyszerező", "Ember2", "Vegyszer -5"]	"Traktor2", "Vegyszerező", "Ember2", "Vegyszer -5"]
21 16	0	220,230	buzza	vegyszerelés	20	Y	"Traktor2", "Vegyszerező", "Ember2", "Vegyszer -5"]	"Traktor2", "Vegyszerező", "Ember2", "Vegyszer -5"]
22 17	0	310,320	buzza	áratás	-1	K	"Traktor", "Ember1", "P otkocsi", "Buza +5500"]	"Traktor", "Ember1", "P otkocsi", "Buza +5500"]
23 18	0	310,320	buzza	áratás	25	Y	"Traktor", "Ember1", "P otkocsi", "Buza +5500"]	"Traktor", "Ember1", "P otkocsi", "Buza +5500"]
24 19	0	310,320	buzza	tarlóhántás	-1	K	"Traktor", "Ember1", "T arcsa"]	"Traktor", "Ember1", "T arcsa"]
25 20	0	310,320	buzza	tarlóhántás	20	Y	"Traktor", "Ember1", "T arcsa"]	"Traktor", "Ember1", "T arcsa"]
26 21	0	10,30	árpa	oszi_mutraegyeszes	-1	K	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o
27 22	0	10,30	árpa	szántás	20	Y	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o
28 23	0	10,30	árpa	szántás	-1	K	"Traktor", "Eke", "Ember1"]	"Traktor", "Eke", "Ember1"]
29 24	0	10,30	árpa	szántás	8	Y	"Traktor", "Eke", "Ember1"]	"Traktor", "Eke", "Ember1"]
30 25	0	10,30	árpa	boronálás	-1	K	"Traktor", "Borona", "Ember1"]	"Traktor", "Borona", "Ember1"]
31 26	0	10,30	árpa	boronálás	15	Y	"Traktor", "Borona", "Ember1"]	"Traktor", "Borona", "Ember1"]
32 27	0	10,30	árpa	vetőgőy_készít	-1	K	"Traktor", "Asoborona", "Ember1"]	"Traktor", "Asoborona", "Ember1"]
33 28	0	10,30	árpa	vetőgőy_készít	15	Y	"Traktor", "Asoborona", "Ember1"]	"Traktor", "Asoborona", "Ember1"]
34 29	0	20,30	árpa	vetés	-1	K	"Traktor", "Traktor2", "G vetőgép", "Ember1", "Ember2", "P o	"Traktor", "Traktor2", "G vetőgép", "Ember1", "Ember2", "P o
35 30	0	20,30	árpa	vetés	20	Y	"Traktor", "Traktor2", "G vetőgép", "Ember1", "Ember2", "P o	"Traktor", "Traktor2", "G vetőgép", "Ember1", "Ember2", "P o
36 31	0	20,30	árpa	vetés lezárás	-1	K	"Traktor", "Henger", "Ember1"]	"Traktor", "Henger", "Ember1"]
37 32	0	20,30	árpa	vetés lezárás	40	Y	"Traktor", "Henger", "Ember1"]	"Traktor", "Henger", "Ember1"]
38 33	0	195,205	árpa	tavaszi_mutraegyeszes	-1	K	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o
39 34	0	195,205	árpa	tavaszi_mutraegyeszes	20	Y	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o	"Traktor", "Traktor2", "M szoro", "Ember1", "Ember2", "P o
40 35	0	195,205	árpa	vegyszerelés	-1	K	"Traktor2", "Vegyszerező", "Ember2", "Vegyszer -4"]	"Traktor2", "Vegyszerező", "Ember2", "Vegyszer -4"]
41 36	0	195,205	árpa	vegyszerelés	20	Y	"Traktor2", "Vegyszerező", "Ember2", "Vegyszer -4"]	"Traktor2", "Vegyszerező", "Ember2", "Vegyszer -4"]
42 37	0	300,310	árpa	áratás	-1	K	"Traktor", "Ember1", "P otkocsi", "Arpa +4500"]	"Traktor", "Ember1", "P otkocsi", "Arpa +4500"]
43 38	0	300,310	árpa	áratás	25	Y	"Traktor", "Ember1", "P otkocsi", "Arpa +4500"]	"Traktor", "Ember1", "P otkocsi", "Arpa +4500"]
44 39	0	300,310	árpa	tarlóhántás	-1	K	"Traktor", "Ember1", "T arcsa"]	"Traktor", "Ember1", "T arcsa"]
45 40	0	300,310	árpa	tarlóhántás	20	Y	"Traktor", "Ember1", "T arcsa"]	"Traktor", "Ember1", "T arcsa"]

Az 8. táblázatban a vetésforgó található, tehát itt írhatjuk be több évre a növények egymás utáni sorrendjét. Ezen az ábrán a T1 és T2 terület néhány lehetséges vetésforgója látható. Lehetőség van a vetésforgóból egyes növényeket kihagyni, ha az adott területre nem vethető természeti adottságok vagy fizikai elhelyezkedés miatt.

8. táblázat

	1	2	3	4
1	Vetésforgó			
2				
3				
4	Statusz	Szam	Fold	Vetesforgo
5			ID	
6	Y	1	T1	["buza","kukorica","zab","arpa"]
7	N	2	T1	["buza","szoja","arpa","zab"]
8	N	3	T1	["zab","szoja","arpa","buza"]
9	N	4	T1	["zab","kukorica","arpa","zab"]
10	N	5	T1	["arpa","kukorica","zab","buza"]
11	N	6	T1	["arpa","szoja","zab","buza"]
12	N	7	T1	["kukorica","zab","szoja","buza"]
13	N	8	T1	["kukorica","szoja","arpa","zab"]
14	N	9	T1	["szoja","buza","kukorica","arpa"]
15	N	10	T1	["szoja","arpa","kukorica","zab"]
16	N	11	T2	["buza","kukorica","zab","arpa"]
17	N	12	T2	["buza","szoja","kukorica","arpa"]
18	Y	13	T2	["zab","szoja","arpa","kukorica"]
19	N	14	T2	["zab","kukorica","arpa","zab"]
20	N	15	T2	["arpa","kukorica","zab","buza"]
21	N	16	T2	["arpa","szoja","zab","buza"]
22	N	17	T2	["kukorica","zab","szoja","buza"]
23	N	18	T2	["kukorica","szoja","arpa","zab"]
24	N	19	T2	["szoja","buza","kukorica","arpa"]
25	N	20	T2	["szoja","arpa","kukorica","zab"]
26	N	21	T3	["buza","kukorica","zab","arpa"]
27	N	22	T3	["buza","szoja","arpa","kukorica"]
28	N	23	T3	["zab","szoja","arpa","kukorica"]
29	N	24	T3	["zab","kukorica","arpa","zab"]
30	Y	25	T3	["arpa","kukorica","zab","buza"]
31	N	26	T3	["arpa","szoja","zab","buza"]
32	N	27	T3	["kukorica","zab","szoja","buza"]
33	N	28	T3	["kukorica","szoja","arpa","zab"]
34	N	29	T3	["szoja","buza","kukorica","arpa"]
35	N	30	T3	["szoja","arpa","kukorica","zab"]
36	N	31	T4	["buza","kukorica","zab","arpa"]
37	N	32	T4	["buza","szoja","arpa","zab"]
38	N	33	T4	["zab","szoja","kukorica","buza"]
39	N	34	T4	["zab","kukorica","arpa","zab"]
40	N	35	T4	["arpa","kukorica","zab","buza"]
41	N	36	T4	["arpa","szoja","zab","buza"]
42	Y	37	T4	["kukorica","zab","szoja","buza"]
43	N	38	T4	["kukorica","szoja","arpa","zab"]
44	N	39	T4	["szoja","buza","kukorica","arpa"]
45	N	40	T4	["szoja","arpa","kukorica","zab"]
46	N	41	T5	["buza","kukorica","zab","arpa"]
47	N	42	T5	["buza","szoja","arpa","zab"]
48	N	43	T5	["zab","kukorica","szoja","buza"]
49	N	44	T5	["zab","kukorica","arpa","zab"]
50	N	45	T5	["arpa","kukorica","zab","buza"]
51	N	46	T5	["arpa","szoja","zab","buza"]
52	N	47	T5	["kukorica","zab","szoja","buza"]
53	N	48	T5	["kukorica","szoja","arpa","zab"]
54	Y	49	T5	["szoja","buza","kukorica","arpa"]
55	N	50	T5	["szoja","arpa","kukorica","zab"]



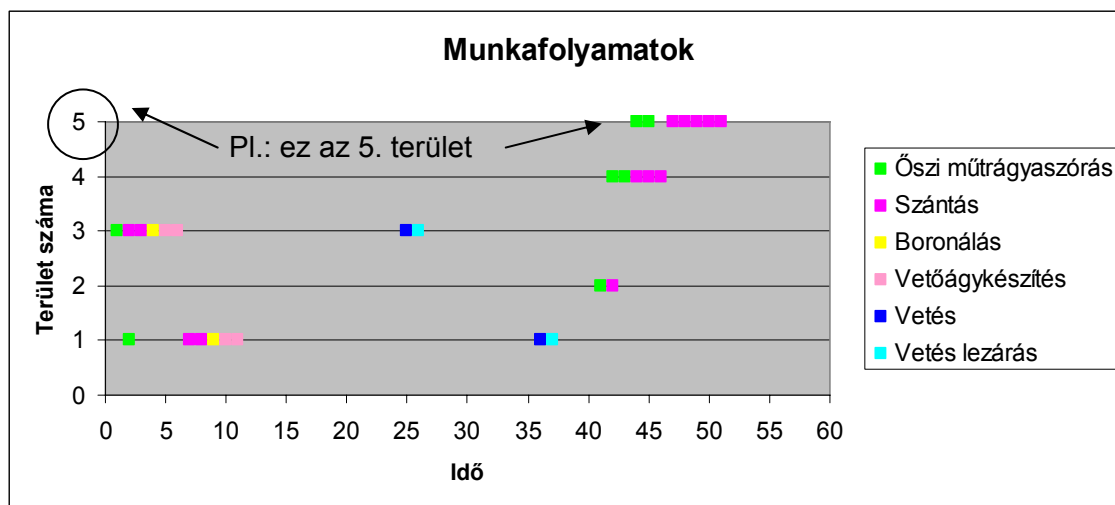
### 5.3. A szimuláció eredményei

Először csak egy éves termelési ciklust szimuláltam, majd ezt az időszakot négy évre bővítettem ki.

A következő ábrákon mutatom be a kapott eredményeket. Először a munkafolyamatok időbeli alakulását, egymásutániségát ábrázolja az 4. ábrán lévő Gantt-diagramm. Az ábrán csak az első hatvan napot ábrázolom, ami szeptember 1.-től október 31.-ig tart.

Az ábrán jól nyomon követhető az őszi munkafolyamatok elvégzésének ideje és az is, hogy melyik területen végezték azt.

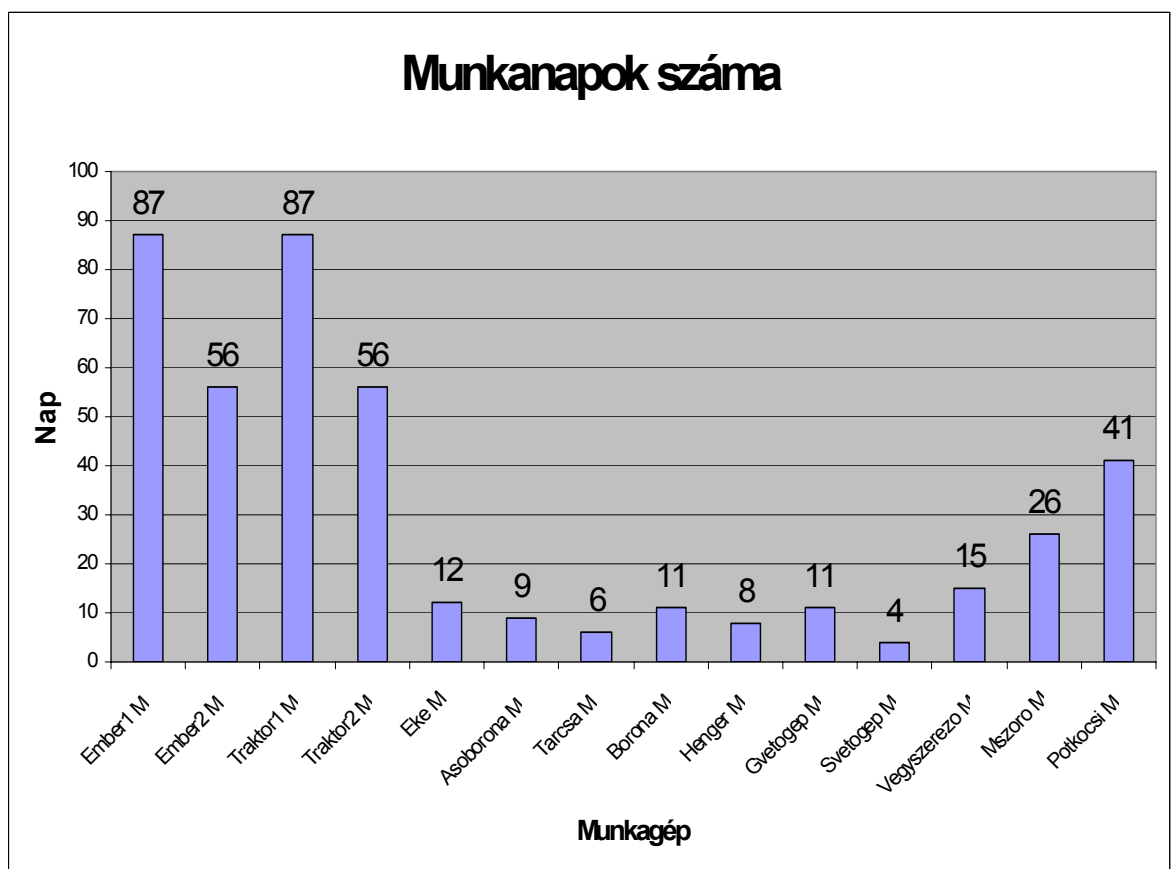
4. ábra



Forrás: Saját készítés

A 5. ábrán látható az egyes munkagépek, erőgépek és szükséges munkaerő egy évben szükséges munkanap mennyisége. Ezen az ábrán látható, hogy vannak olyan gépek is amelyeket csak ritkán használunk. Ekkor felmerül a kérdés, hogy ennek a munkaművelet elvégzéséhez szükséges-e fenntartani az adott munkagépet, vagy érdemesebb-e egy másik gazdaság eszközeivel bér munkában elvégeztetni. Igaz, hogy csupán egy évre nézve, előfordulhat torzulás, hiszen egy nagyobb terület megművelésénél többet használunk egy adott gépet. Pontosabb képet csak akkor láthatunk, ha a gépkihasználatban több év átlagát vesszük figyelembe. Ezt mutatja a 4 éves szimuláció alapján készített 6. ábra.

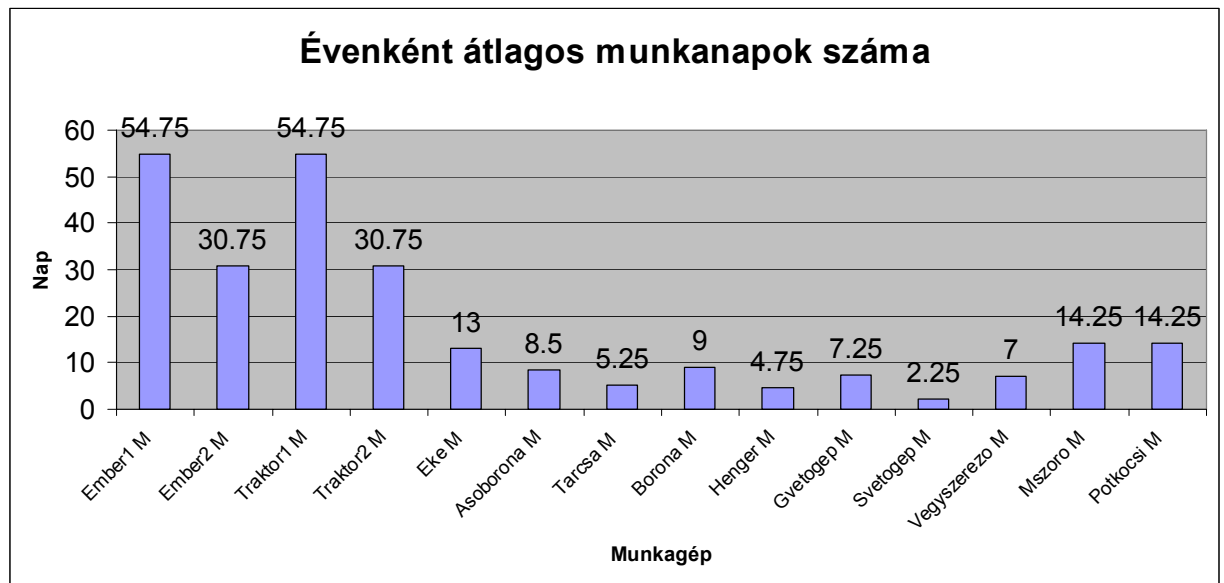
5. ábra



Forrás: Saját készítés



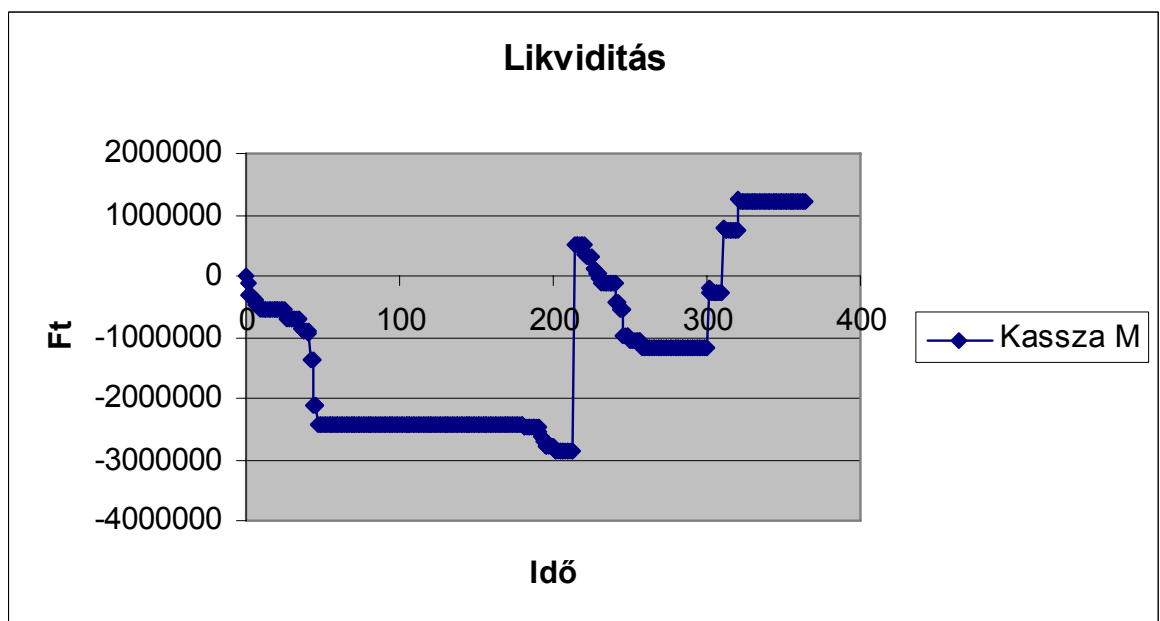
6. ábra



Forrás: Saját készítés

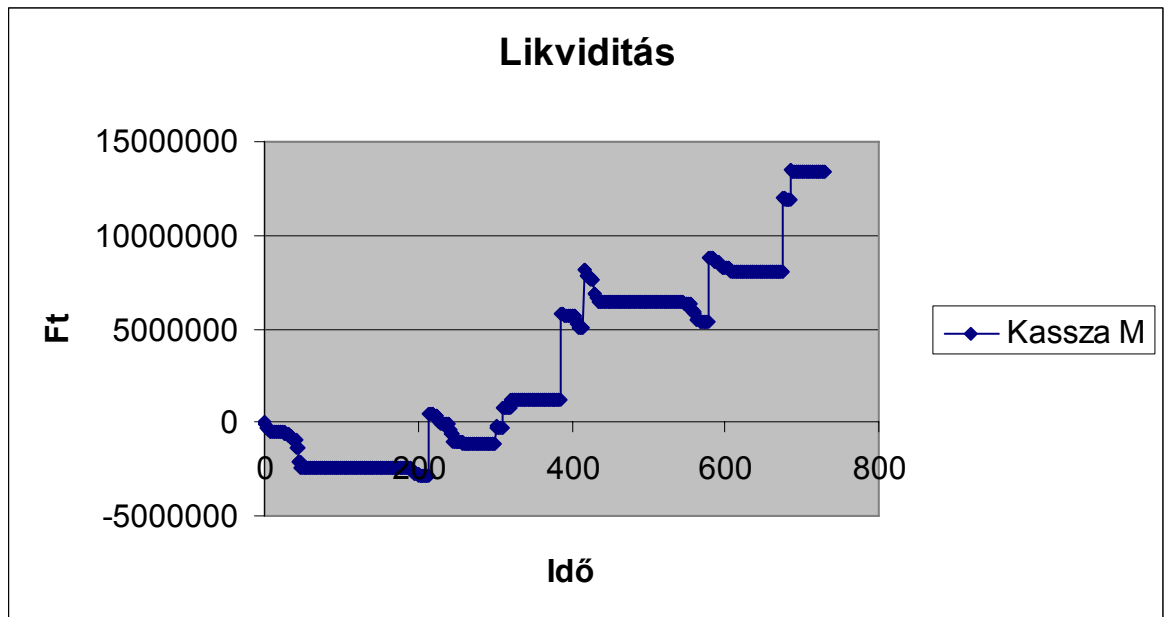
A 7., illetve a 8. ábrán a gazdaság likviditása látható egy, illetve két évre. A szimulációt úgy állítottam be, hogy a kezdőnapon nulla forint legyen a Kasszában, így jobban megfigyelhető a költségek és bevételek nagysága.

7. ábra



Forrás: Saját készítés

8. ábra



Forrás: Saját készítés

9. ábra

Evaluated variants		Evaluations
ID	Model	1 maximize
1	["1-1", "2-10", "3-3", "4-2", "5-5", "6-2"]	27626780
2	["1-1", "2-9", "3-6", "4-10", "5-3", "6-1"]	30883619
3	["1-1", "2-6", "3-4", "4-7", "5-3", "6-7"]	28322489
4	["1-1", "2-6", "3-9", "4-1", "5-4", "6-3"]	31185180
5	["1-1", "2-6", "3-6", "4-9", "5-10", "6-10"]	25292090
6	["1-1", "2-8", "3-8", "4-8", "5-7", "6-8"]	28797560
7	["1-1", "2-5", "3-10", "4-9", "5-9", "6-9"]	23318855
8	["1-1", "2-4", "3-9", "4-2", "5-5", "6-3"]	30476842
9	["1-1", "2-1", "3-4", "4-6", "5-6", "6-9"]	31215667
10	["1-1", "2-2", "3-10", "4-10", "5-1", "6-9"]	32729834
11	["1-1", "2-5", "3-10", "4-4", "5-5", "6-2"]	28939535
12	["1-1", "2-9", "3-2", "4-3", "5-9", "6-4"]	28452740
13	["1-1", "2-3", "3-5", "4-7", "5-3", "6-4"]	28410883
14	["1-1", "2-2", "3-1", "4-1", "5-5", "6-4"]	27731374
15	["1-1", "2-4", "3-4", "4-10", "5-2", "6-9"]	31292517
16	["1-1", "2-7", "3-8", "4-4", "5-9", "6-2"]	30170425
17	["1-1", "2-1", "3-4", "4-4", "5-2", "6-2"]	27685055
18	["1-1", "2-6", "3-5", "4-9", "5-6", "6-1"]	31077405
19	["1-1", "2-8", "3-8", "4-5", "5-2", "6-3"]	25576887
20	["1-1", "2-9", "3-1", "4-3", "5-4", "6-4"]	27630181
21	["1-1", "2-7", "3-5", "4-4", "5-10", "6-6"]	30776192
22	["1-1", "2-8", "3-5", "4-3", "5-1", "6-9"]	31580786
23	["1-1", "2-2", "3-9", "4-3", "5-9", "6-5"]	30351717
24	["1-1", "2-7", "3-6", "4-5", "5-6", "6-7"]	31949304
25	["1-1", "2-10", "3-5", "4-6", "5-9", "6-10"]	26035431
26	["1-1", "2-8", "3-1", "4-1", "5-2", "6-10"]	31066036
27	["1-1", "2-9", "3-2", "4-2", "5-1", "6-10"]	30310965
28	["1-1", "2-4", "3-3", "4-5", "5-7", "6-8"]	31718125
29	["1-1", "2-6", "3-6", "4-7", "5-6", "6-1"]	30617409
30	["1-1", "2-3", "3-9", "4-1", "5-3", "6-9"]	30450892
31	["1-1", "2-10", "3-2", "4-10", "5-4", "6-6"]	30071790
32	["1-1", "2-8", "3-3", "4-2", "5-6", "6-7"]	30231009
33	["1-1", "2-3", "3-2", "4-1", "5-2", "6-3"]	24500204
34	["1-1", "2-7", "3-7", "4-9", "5-1", "6-8"]	33376817
35	["1-1", "2-5", "3-8", "4-1", "5-2", "6-6"]	29020092
36	["1-1", "2-5", "3-4", "4-10", "5-2", "6-5"]	30674800
37	["1-1", "2-8", "3-6", "4-5", "5-1", "6-6"]	30442354
38	["1-1", "2-9", "3-3", "4-1", "5-4", "6-2"]	26834229
39	["1-1", "2-3", "3-7", "4-9", "5-6", "6-1"]	31303973
40	["1-1", "2-10", "3-3", "4-3", "5-10", "6-6"]	28982504

A 9. ábrán a genetikus algoritmus által készített első 40 elem. Ezek azok a variánsok, amelyeket a lehetőségtérből a legnagyobb jövedelem elérése érdekében kiválasztott.

Az eredmény maximuma a negyedik év végén ott van, ahol a T1 földterületen a zab-kukorica-árpa-zab, T2 területen zab-szója-árpa-kukorica, T3 földön árpa-kukorica-zab-búza, T4-en kukorica-zab-szója-búza, és a T5 földterületen a kukorica- szója- árpa- zab vetésforgót alkalmaztuk.

Mindössze három ötven elemű populáció vizsgálata alaján is megállapítható, hogy négy évre vonatkoztatva 23,8 Millió és 33 Millió Forint közötti sávban tendenciajellegel javuló megolldásokat kaptunk.

A legjobb eredmény ilyen rövid vizsgálat esetén is meghaladja az alapszámításoknál alkalmazott vetésforgók mellett számolt értéket.

## **6. Következtetések és javaslatok**

a) Az általam áttekintett szakirodalom alapján arra a következtetésre jutottam, hogy nincs olyan kereskedelemben kapható szimulációs módszer, amelynek a segítségével egy több földterületen növénytermesztést folytató kisebb gazdaság számára dinamikusan követni lehetne a szükséges emberi, gépi és anyagi (vetőmag, műtrágya, növényvédőszer, stb.) erőforrásokra vonatkozó igények időbeli alakulását, és a gazdaság likviditását. Egy ilyen módszer nélkül viszont bele sem foghatunk az olyan tervezési feladatok megoldásába, mint a kedvező vetésforgók kialakítása.

b) Az előzőekben leírtakat és a módszerrel szerzett tapasztalatokat figyelembe véve arra a következtetésre jutottam, hogy célszerű lenne egy az adott feladat megoldására alkalmas adaptációt készíteni a Kaposvári Egyetem Matematikai és Informatikai Intézetében kifejlesztett generikus kétrétegű háló modell alkalmazásával.

c) Elkészítettem és családi gazdaságunk adataival feltöltöttem egy az általános rendeltetésű keretrendszer által interpretálható Excel adatbázist, amely részletesen tartalmazza az egyes erőforrásokra vonatkozó mennyiségi és költségadatokat, a vizsgálatba vont öt földterület jellemzőit, valamint a öt növény (búza, kukorica, szója, zab, árpa) termesztési technológiáját felépítő részfolyamatok jellemzőit (lehetséges kezdési időpont, időtartam, ember-, gép- és nyersanyagigény). Definiáltam az egyes földterületeken alkalmazható vetésforgókat is.

d) Konzulensem segítségével elkészítettük azt az általános programrendszert kiegészítő interpretáló modult, amely az input anyagok ismeretében automatikusan elkészíti a folyamat részletes generikus kétrétegű háló modelljét. Ugyancsak elkészítettük az adott feladat megoldását megvalósító kiegészítő elemi folyamatokat leíró programrészleteket (Visual Prolog nyelven írt deklaratív definíciókat).

e) Az így kialakított szimulátorral részletesen elemeztem gazdaságunk egy éves működését. Megállapítottam, hogy a szimulátor valóságghűen követi a munkafolyamatokat és korrekt módon figyelembe veszi azt, hogy egy adott művelet csak akkor kezdhető el, ha a hozzá szükséges erőforrások nincsenek más műveletnél lekötve. A szimuláció eredményeképpen követhető a gazdaság likviditása, valamint az erőforrások kihasználtsága is.

f) Megállapítottam, hogy a szimuláció egy teljes vetésforgó négy éves követésére is alkalmas.

g) A szimulátort egy az ugyancsak az Intézetben fejlesztés alatt lévő genetikus algoritmussal összekapcsolva elkészítettem azt az input adatbázist, amely képes a gazdaságosabb (nagyobb hasznot biztosító) vetésforgók automatikus kiválasztására. Bízató előkísérletet végeztem az így kialakított kombinált eszközrendszer felhasználásával.

Tudatában vagyok, hogy jelen munka csupán egy továbbfejlesztésre szoruló első lépés ezen a területen, azonban a konkrét adatokkal szerzett realisztikus tapasztalatok és az alkalmazott módszer nagyfokú flexibilitása

garanciát jelent arra, hogy a megoldás további finomításával a nem túl távoli jövőben gyakorlatban is alkalmazható eszköz készülhet.

## **7. Összefoglalás**

A gazdálkodók számára nagy segítséget nyújtanának olyan információs rendszerek, amelyek segítségével gazdaságilag elemezhetik az egyes növényfajok termőterületének változásait, és az állatállomány időbeni változását, illetve a ráfordított munkafolyamatokat.

Mindezekre a feladatokra alkalmas eszközt jelentenek a szimulációs modellek, amelyek lehetővé teszik a termelt növények, a munkafolyamat költségek, a ráfordítások, a hozamok és a bevételek időbeni alakulásának elemzését. Modellekkel vizsgálhatunk feltételezett szituációkat, döntési alternatívákat. Nem nélkülözhetők ezek az eszközök a növénytermesztési rendszerekben sem, és fontosak az állattenyésztési ágazatokban is.

Dolgozatom tárgya, hogy egy kisebb növénytermesztő gazdaság erőforrásainak időbeni változásait vizsgáljam, illetve ökonómiai elemzését elvégezzem.

Az adatbázist a saját családi gazdaság adatai alapján építettem fel. Az elemzést egy program segítségével hajtottam végre, amelyet a Kaposvári Egyetem Matematikai és Informatikai Intézetben készített általános rendeltetésű programrendszerre adaptáltunk témavezetőmmel.

A mezőgazdaságban csekély számú olyan program létezik, amely segít a döntésekben, illetve irányításra használható. Ezek a programok is főként az állattenyésztést szolgálják, hiszen ez az ágazat nincs úgy kitéve a környezeti hatásoknak, mint a növénytermesztés és az állatok fejlődésére



vonatkozó függvények jobban leírhatók, mivel az inputok és outputok közti kapcsolat is jobban megfigyelhető.

A növénytermesztési rendszerekre nehéz olyan programot írni, amely minden összefüggést tartalmaz (a növények fejlődése a napsütéses órák számának változása hatására, vagy a csapadékmennyiség mennyire befolyásolja a talaj megművelhetőségét).

Célunk az volt, hogy egy növénytermesztési gazdaság tervező és döntéstámogató rendszernek elkészítéséhez a nehézségek ellenére megkíséreljük az első lépést.

## **Irodalomjegyzék**

1. *Horváth L. - Szlávi P. - Zsakó L.:* Modellezés és szimuláció (1995)
2. *Hack F.:* Számítógéppel támogatott problémamegoldás (1993)
3. *Frederick S. Hillier - Gerald J. Lieberman:* Bevezetés az operációkutatásba (1994)
4. *Almásy G.:* A Kalman féle rendszermodell és a rendszerek osztályozásának néhány szempontja. Egyetemi jegyzet, Veszprém, (1975)
5. *Balogh S.:* Többszemponú genetikus algoritmus (folyamat)mérnöki alkalmazásokra, PhD értekezés kézírata, Kaposvár, (2004)
6. *Csukás B.:* Megmaradási és információs folyamat modellek közvetlen számítógépi leképezése. DSc értekezés kézírata. Kaposvári Egyetem, Kaposvár, (2001)
7. *Gábor A.:* Szakértői rendszerek az ismeretalapú információfeldolgozás Magyarországon, SZÁMALK, Budapest, (1988)
8. *Horányi Ö.:* Jel, jelentés, információ, Magvető, (1975)
9. *Rényi A.:* Gondolatok az információelméletről, Gondolat, (1976)
10. *Magda S.:* Mezőgazdasági vállalkozások szervezése és ökonómiája. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, (1998)
11. *Bocz E.:* Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazda Kiadó, Budapest. (1992)

12. *Gyenge Balázs*: A mezőgazdaságban alkalmazható szakértői rendszerek, döntéstámogató rendszerek és mesterséges intelligenciák egymáshoz való viszonya, alkalmazásuk előnyei (1995)
13. *Gyenge B.*: A döntéstámogató rendszerek fejlesztésének kulcstényezői a mezőgazdaságban. A gazdálkodás (2001)
14. *Zadeh, L.*: Fuzzy sets (1965)
15. *Csukás B., Balogh S.*: Egy konfigurálható, generikus, dinamikus szimulátor és újabb alkalmazási lehetőségei. Műszaki Kémiai Napok' 2001, Veszprém, (2001)
16. *Boity O., Gudlin Gy., Balogh S., Csukás B., Takátsy T.*: Kísérlet egy farmgazdálkodást segítő genetikus algoritmussal fejlesztett szimulátor kialakítására. Műszaki Kémiai Napok 2001, Veszprém, (2001)
17. *Csukás B., Bánkuti Gy., Paál J., Farkas J.*: Kaposvári kísérlet az információs folyamatok értelmezésére, Informatika a felsőoktatásban 2002 konferencia Debrecen, (2002)
18. *Bánkuti Gy.*: Generikus kétrétegű háló modell alapú folyamat szimuláció, Főiskolás Matematika, Fizika és Számítástechnika Oktatóinak XXVII. Országos Konferenciája, Székesfehérvár (2003)
19. *M. Csizmadia B., Nándori E.*: Modell-alkotás. Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest (2003)
20. *Bakos F., Fábrián P.*: Idegen szavak és kifejezések szótára. Akadémia Kiadó, Budapest (1983)

21. Kő A., Lovrics L.: Döntéstámogató rendszerek, Információmenedzsment, Aula Kiadó, (1997)
22. Farkas I.: Számítógépes szimuláció mint a mérnöki problémák megoldásának eszköze, Főiskolák Matematika, Fizika és Számítástechnika oktatóinak XVI. Országos Konferenciája, Szombathely (1992)
23. Farkas I., Bíró A., Buzás J., Lágymányosi A.: Számítógépes szimuláció, Jegyzet, Gödöllői Agrártudományi Egyetem, Mezőgazdasági Gépészmérnöki Kar, Gödöllő, (1999)