

DOKTORI (PhD) ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

KAPOSVÁRI EGYETEM

GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR

Gazdálkodás- és Szervezéstudományok Doktori Iskola

A doktori Iskola vezetője:

DR. UDOVECZ GÁBOR

Az MTA doktora

Témavezető:

DR SZÉLES GYULA

Professor Emeritus

**MEZŐGAZDASÁGI VÁLLALKOZÁS TERMELÉSI
FOLYAMATAINAK SZÁMÍTÓGÉPES MODELLEZÉSE ÉS
SZIMULÁCIÓJA**

Készítette:

LUKÁCS AURÉL ISTVÁN

KAPOSVÁR

2010

1. A disszertáció célkitűzései

Disszertációmban annak vizsgálatát tűztem ki céloomul, hogy számbavéve egy működő mezőgazdasági vállalkozás minden folyamatát mely a termék előállításával, valamint annak menedzselésével kapcsolatos, melléállítsam a jelenleg ismert szimulációs és modellezési technikákat, valamint felmérve a menedzsment döntéseihez szükséges információ-igényeket, létrehozható-e a jelen informatikai és számítástechnikai kapacitások mellett egy olyan szimulációs eljárás, amely – szükségképp – egyszerűen, könnyen kezelhetően, és megfelelő megbízhatósággal képes követni virtuális térben a valós termelési folyamatokat.

Mindezt oly módon szeretném elérni, hogy egy megfelelő szimulációs eljárást találjak az összes olyan (mező)gazdasági folyamatra, amely akár közvetetten, vagy közvetlenül, kvalitatív, vagy kvantitatív módon részt vesz a termékek előállításában, illetve a gazdaság működtetésében.

Ehhez meg kell vizsgálnom ezeket a folyamatokat, és olyan közös jellemzőiket kell kiemelnem, amelyek a folyamatnak a termék előállításra gyakorolt hatását egyértelműen meghatározzák, matematikailag korrekt módon leírhatóak, és azokat a szimulációba be lehet építeni.

Céloom, továbbá annak vizsgálata is, hogy egy, a termelési folyamatokat jól követő szimuláció szolgáltat- e olyan adatokat, amelyek eddigi modellekből nem voltak kinyerhetőek, és amelyek segítenek a menedzsmentnek árnyaltabb képet festeni a termelés folyamatáról a termék olyan állapotaiban is, amikor az már valamely formában (még nem kész termékként) értékesíthető. Komoly segítség lenne ez a menedzsment számára részben a marketingstratégiák változtatására még a végleges termékek elkészülte előtt.

Egy folyamat szimulációs lekövetése feltételezi, hogy a folyamatot részleteiben ismerjük, és logikáját megértettük. Egy bonyolult folyamat logikáját és elemeit sok esetben nem tudjuk olyan felbontásban kezelni, amilyenben a szimulációs szabályok ezt előírják, ugyanis ez néha kezelhetetlenül nagy adathalmazhoz vezet, néha pedig egyszerűen felesleges az eredmény elérése szempontjából. Meg kell vizsgálni tehát, hogy van-e olyan mélysége a termék előállító folyamatoknak, amelyet elérve a folyamat a termék változása szempontjából igény szerint jellemezhető, és amelynél mélyebbre tekintve sem pontosabb eredmény, sem járulékos előnyök nem várhatóak a vizsgálattól.

A mezőgazdasági termelést illetően is egyre inkább előtérbe kerül azon módszerek alkalmazása, melyek lehetővé teszik termelési folyamatok - a hatékonyság növelése szempontjából fontos tényezőinek a lehető legnagyobb, de minimálisan a folyamatokról való képalkotáshoz szükséges mértékű leképezését. Ezen részletes adatok birtokában már önmagától adódik az igény egy szimulációs rendszerre, amelyen kipróbálhatók lennének a döntések, sőt, ma már egyáltalán nem lehetetlen kívánság, hogy mindezen információk birtokában a rendszer maga hozzon döntéseket, és tesztelje azokat, a döntéshozónak csupán az optimálishoz legközelebb eső döntési alternatívákat kínálva fel.

Természetesen léteznek már szimulációs rendszerek. A modellezés széles spektrumának szinte minden elemét felhasználva kiválóan leírtak már sok folyamatot. Minél egyszerűbb, ellenőrizhetőbb körülmények között zajlik egy folyamat, annál pontosabban, annál részletesebben leírhatók annak egyes elemei. Azonban a mezőgazdasági termelési folyamatok bonyolult biológiai jellege, a természeti tényezőkkel való szoros kapcsolata, a termelési feltételek, és az erőforrások differenciáltsága nem kedvez a mezőgazdasági termelői folyamatok szimulációs lehetőségeinek.

Mindezeket szemelőtt tartva, értekezésemben megkísérlem egy gyakorlatban működő mezőgazdasági vállalkozás példáján gazdaságszimuláció alkalmazhatóságát, mint döntéstámogató rendszert elemezni úgy, hogy a gazdálkodás eredményességét leginkább befolyásoló tényezők a modell felépítésében kiemelten kezelhetők legyenek. Így ezek közül elsősorban a rendelkezésre álló erőforrásokat említem, amelyek a technológiák és munkafolyamatok leképezése kapcsán alapjául szolgálnak az erőforrások allokációjához, másodsorban a technológiákkal le nem írható, de a valós életben a napi működés olyan elemei, amelyek általában személyes döntéseken alapulnak és a környezettel, az idővel, és a természeti tényezőkkel kapcsolatot képező szabályszerűségekre kívánnak utalni.

2. Anyag és módszer

2.1 A szimulátor felépítése

A gazdaság-szimulációs modellt Csukás Béla és munkatársai által kifejlesztett generikus szimulációs modell segítségével hoztam létre. Ez a szimulációs technika már több esetben bizonyította, hogy úttörő vizsgálati elve igen széles körben alkalmassá teszi akár igen bonyolult folyamatok nagyon pontos leképezésére is.

Ez a szimulátor egy generikus algoritmus segítségével aktív és passzív elemek halmazából meghatározott szabályszerűségek alapján generál az elérni kívánt cél érdekében eredmény változatokat, melyeket aztán megvizsgál a célfüggvény szempontjából: a generikus szimulátor egy input állományban rögzített adatokból generálja a folyamatot leíró strukturális modell passzív mérlegelemeit és jeleit, valamint aktív elemi változásait és szabályait. A szimuláció a közvetlenül egy dinamikus

adatbázisra leképezett aktív folyamatok kiszámításán, illetve a passzív elemek elszámolásán alapul.

A modell lényege a valamennyi megmaradási és információs folyamatot azonos adatszerkezettel leíró állapot- és változás elemek közötti visszacsatolás. Szimuláció ennek megfelelően az előírt szempontok szerinti értékeléssel zárul.

Mivel a folyamatok grafikus leképezése meglehetősen bonyolult és kezelhetetlenül nagy állományokat eredményezett, grafikus ábrázolásként megfelelőbb lehetőségteret kínált a kétrétegű háló modellel való leírás

A passzív elemek az egyes elemekben levő megmaradási mértékeket továbbá a hozzájuk tartozó intenzív jellemzőket, korlátértékeket, az eredő megváltozást, valamint a különféle egyéb input/output és adminisztratív paramétereket tartalmazó adategyütteseket tartalmazzák. A passzív elemek jellemző részhalmazaihoz feltételeket vizsgáló illetve következményeket kiszámító dinamikusan generálható, módosítható és/vagy törölhető program részletek is tartoznak.

Az aktív elemi változások illetve szabályok a modell működését reprezentálják, meghatározzák hogy melyik passzív elem tartalmát kell leolvasni, milyen feltételeket kell ellenőrizni, hogyan kell kiszámítani az adott változás mértékét, továbbá melyik passzív elemek tartalmát és amennyiben ez meghatározott milyen sztöchiometriai változók figyelembevételével kell növelni, csökkenteni, vagy átírni.

Aktív elemek típusai:

- az egyes térrészekben belül lejátszódó átalkuásokat, illetve
- az egyes térrészek között transzportot, illetve
- az információs típusú szabályokat írják le.

A kapcsolatok kisebb része a vizsgált folyamat és a környezet összefüggéseit - vagyis a modell peremfeltételeit határozza meg, nagyobb része viszont a 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.

2.2 A mintagazdaság

A gazdaságszimuláció felépítése csak akkor lehet hiteles, ha a szimuláció eredményeit ki is próbálhatjuk. Tehát van lehetőség a modell struktúráját egy valós termelési rendszer, egy gazdaság működéséhez, felépítéséhez igazítani.

Ez részben fontos, mert a termelési rendszer folyamatainak leképezéséhez szükséges információk kinyerhetők a vállalkozás munkafolyamatainak, illetve az ügyviteli rendszer megfigyeléséből. A folyamatok megfigyelése során megállapíthatóvá válik, hogy egy-egy munkafolyamat hány műveletből, illetve munkamomentumból áll, és ezen elemek rendelkeznek-e a modell szempontjából értékes összefüggésekkel (például élőmunka, energia, vagy anyag felhasználással).

A megfigyelés során nyilvánvalóvá válik, hogy az egyes műveleti elemek, túl a felhasznált anyagon/energián, bírnak-e jelentős befolyással a termék, vagy anyag- és energiaáram, a modell szempontjából fontos jellemzőire. Ezek alapján célszerű meghatározni, milyen mélységig bontsuk fel az egyes munkafolyamatokat annak érdekében, hogy megfelelő érzékenységű modellt kapjunk kezelhető adat, illetve információmennyiséggel.

A vizsgált vállalkozás jól prosperáló, több lábon álló mezőgazdasági Zrt, melynek termelési ágazatai tipikus példaként jöhetnek számításba mind hasonló típusú gazdaságok, mind egylábon álló vállalkozások, a fenti gazdaság egyetlen ágazatához kapcsolható példajaként.

A gazdaság rendelkezik növénytermesztési és állattenyésztési ágazattal is. A növénytermesztési ágazat összesen 1951 ha mezőgazdasági termőterületen gazdálkodik, melyből 310 ha búza, 360 ha árpa, 350 ha napraforgó, 921 ha kukorica, 4 ha lucerna, 6 ha rét művelési ágban van. Az ágazatban összesen 35 fő tevékenykedik. Az állattenyésztési ágazat sertés szaporítással és hizlalással foglalkozik összesen két telephelyen. A tenyésztőtelepen 2300 koca és 63 kan illetve a kocák szaporulata található. A hizlaló telepen 5300 hizósertés férőhely található. A szaporító telepen 18 fő dolgozik, a hizlaló telepen 9 dolgozót foglalkoztatnak.

A zRt központi irodájában további 8 fő intézi a zRt napi teendőit. Ide tartozik az RT vezetősége, a főágazat vezetők, valamint az ügyvitellel foglalkozó munkatársak.

3. Eredmények

3.1 A modell adaptálása

A modell felépítése előtt mindenképpen számba kellett venni, valamint meg kellett vizsgálni a rendelkezésre álló erőforrások, valamint a munkaerő felhasználását befolyásoló tényezőket. Ezeket többféle szempont szerint kell értékelni, de mindenképp azt a célt kell szem előtt tartani, hogy olyan szabályrendszert írassunk le, amely a valós munkaerő-, anyag- és energiaáramot a technológia rendje mentén tudja áramoltatni, valamint ezzel együtt az összes olyan kritériumnak megfelel, amely a gazdaság rendes működését elősegíti.

Ezek a szabályok alkotják a modell korlátainak azon első csoportját, amelyek a technológiák, illetve munkafolyamatok leképezésével együtt

szabadon adaptálhatók lesznek a különböző erőforrás-felosztásokhoz, illetve (át)csoportosításokhoz.

A korlátok egy második csoportját azok az elemek adják, amelyek technológiákkal nem írhatók le, vagy egyáltalán semmilyen törvényszerűség nem vonatkozik rájuk, egyszerűen elemei a rendszernek. A valós életben ezek lesznek a napi működés azon elemei, amelyek általában személyes döntések, vagy kialakult szokások következtében épültek bele a működés rendszerébe, és olyan elemekké váltak, amelyeket rendszeresen alkalmaznak.

A korlátok harmadik, és legnagyobb csoportját pedig azok a szabályszerűségek alkotják, amelyek a technológiákkal, valamint a szükségszerűen, de technológiához nem köthetően elvégzendő cselekvések környezettel, idővel, vagy természeti tényezővel képeznek kapcsolatokat.

Miután az egyes ágazatokban alkalmazott technológiákat összeállítottam, már vizsgálható, hogy a rendelkezésre álló erőforrások milyen mértékben vannak lekötve a termelési periódus ideje alatt. Ez a vizsgálat tovább élesíthető, ha az alkalmazott szabályszerűségeket (a modell korlátaikat), illetve azok egy jól körülírt csoportját a modell megszegheti.

Természetesen azokat a szabályokat, amelyek a munka elvégzését teszik lehetővé, illetve a cselekvés idejét, valamint időtartamát határozzák meg, nem változtathatjuk, ám van lehetőség az erőforrások hozzárendelési szabályainak felülvizsgálatára, vagyis a korlátok második csoportjának bizonyos feltételek melletti áthágására. Mivel ezeket a szabályokat a döntéshozók alkották, sok esetben szubjektív értékelés alapján, a rendszer egészének működése szempontjából kérdéses, hogy a megfelelő hatékonyságot biztosítani képes-e.

A vizsgálat (és természetesen vele együtt a kérdéses szabályrendszer felfüggesztése) csupán akkor nyer értelmet, ha a modell egyébként már

működőképes, vagyis amíg a modell célja csak a valós működés reprodukálása, a korlátoknak is valósaknak, megszeghetetleneknek kell lenniük. Amikor a modell már megfelelő megbízhatósággal követi a termelés valós folyamatát, adhatok neki feladatokat, és vizsgálhatom az egyes korlátok, de akár az erőforráslekötés szükségességét is. Első esetben a személyes döntések szakmai megalapozottságát vizsgálhatom, második esetben a technológia helyességét, de mindkét esetben a beállított cél szempontjából.

3.2 A gazdaság, illetve a termelői folyamatok leképezése

Elsőként sorra vettem a gazdaság minden ágazatában a produktív, és inproduktív munkaerő-létszámot. Ezt követően a gazdaság egyes ágazataiban a termékelőállítás pontos technológiáit írtam le, munkaműveleti részletességgel. Ez gyakorlatilag lehetővé tette számomra a termékelőállítás pontos követését az elérhető legnagyobb felbontásban.

Következő lépésben a technológia alapján végigkövettem, hogy mely munkaművelet milyen erőforrás, illetve munkaerő felhasználással jár. Ez alapján az egyes munkaműveletekhez hozzá tudtam rendelni a folyamat által lekötött gépeket, illetve azokat a dolgozókat, akik ezeket a gépeket használták. Ebben az esetben azt vizsgáltam, hogy az egyes ágazatok mennyire függenek más ágazatoktól, mekkora erőforrás/anyag/munkaerő – átjárhatóság van az egyes ágazatok, azon belül az egyes telepek között.

Hamar kiderült, hogy a gépekhez statikus módon hozzárendelt gépkezelők miatt (egy traktort csak egyetlen traktoros használhatott) az átjárhatóság magas, noha ezt a munkafolyamat egyszerűsége nem feltétlenül

indokolná. Továbbá nyilvánvalóvá vált az is, hogy a különböző ágazatok rászorulnak egymás gépeire. Emiatt egy virtuális kiszolgáló ágazatot hoztam létre, melybe belevettem minden olyan gépet, berendezést és élőmunkaerőt is, amit több ágazat is rendszeresen igénybevett.

Ezt követően a termelési technológiákat vizsgáltam. A gazdaság működési gyakorlatára alapozva leírtam a munkafolyamatokat, figyelembe véve azok szabályszerűségeit. A technológia-leképezésnél cél volt, hogy a lehető legegyszerűbb modellstruktúrát alakítsam ki.

3.3 A modell felépítése

Konkrét esetünkben a modell felépítése a következő elvek alapján történt.

1. A gazdaság aktuális (2005. év) termelési, pénzügyi adatai, valamint részletes termelési technológiáinak alapján egy olyan modell létrehozása a cél, amely – lehetőség szerint – tökéletesen fedi a termelési folyamatokat és a gazdaság eredményeit.

2. A második esetben a már működő modell alapján a termelési technológiák szigorú betartása mellett egy olyan verzió kialakítása a cél, amely nagyobb szabadságfokkal rendelkezik az erőforrások felhasználásának szabályozásában.

A szimulátor felhasználói-interfész fontos kritériuma, hogy adott alkalmazási területen kezelni legyen képes azt a kialakított eszközzert, amely segíti a kiindulási adatok feldolgozását és a számított eredmények megjelenítését. Ez jelen esetben a Microsoft Excel program. Az alkalmazás egyes munkakönyveiben határozzuk meg a bemeneti (input) adatok pontos helyét és ugyanezen alkalmazás más lapjain jelenik meg a számított (output)

adatok (eredmények) halmaza is, egyetlen kompakt és könnyen kezelhető adatállományt eredményezve.

A genetikus algoritmus működési adatállománya mindig 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 mérleg elemek és jelek segítségével a felhasználói interfészen leírt dekompozíciós fájának terminális elemeit valamint az ezek között értelmezett elemi folyamatokat és szabályokat definiáló aktív elemeket.

A modell felírásakor először a modell passzív elemei közül az erőforrásokat kellett összeszedni. Mivel a gazdaság több lábon áll, és erőforrásainak egy részét több ágazat is használja, úgy alakítottam ki az erőforrás táblázatot, hogy abban az összes erőforrás szerepeljen, függetlenül attól, hogy mely ágazatban használják. Ennek azért van jelentősége, mert a növénytermesztési ágazatban működő gépek, berendezések és emberek végeznek munkát az állattenyésztési ágazat számára is. Megfordítva ugyanez már nem igaz. Tehát az állattenyésztésbe sorolt erő- illetve munkagépek – és természetesen a hozzájuk kötött személyzet – a technológiai rend szerint nem végeznek munkát a növénytermesztési ágazat számára.

Második lépés a passzív elemek közül azokat felírni, amelyekhez az erőforrásokat, illetve a szabályokat tudom rendelni. Az állattenyésztési ágazatban ide az istállók kerültek, a növénytermesztési modell szabályrendszere szerinti leírásban. Mivel tulajdonképpen ugyan az az elve a folyamatok leírásának, hiszen anyagok (növénytermesztés: vetőmag, növényvédő szer, stb.; állattenyésztés: takarmány, víz, gyógyszerek, stb.),

energia, erőforrások, munkaerő és pénz (költségek) áramlása hozza létre a termékeket mindkét esetben.

Harmadik lépésben azokat a szabályszerűségeket kell leírni, ami a modell passzív elemeit felhasználva végrehajtja a termelési folyamatok mintájára a szükséges változtatásokat. Ezeket a szabályokat minden esetben a termelési technológia szabja meg.

A technológia által meghatározott egyes munkafolyamatokat kiegészítettem azokkal a gépekkel, amelyek a munkafolyamatot végzik, továbbá azokkal az emberekkel, akik ezeket a gépeket kezelik. Emellett minden egyes munkafolyamat esetében megjelöltem a passzív elemek és erőforrások esetleges változásának mértékét, és azt, hogy melyik területen végzik a munkát.

3.4 A modell validálása

A modell felírásakor a 2005-2006-os gazdasági évet vettem alapul. Elsődleges célom az volt, hogy a modell által produkált eredmények fedjék a gazdaság tényleges produkcióját. Mivel a gazdaság minden adatát ismerem, a modell-parametrizálás egyszerű volt és az első futtatások megfelelő közelítő eredményeket hoztak. Néhány esetben azonban az eredményeket korrigálni kellett. Ennek oka, hogy vannak olyan költségei illetve folyamatai a gazdasági működésnek, amelyek a produkció-előállításban ténylegesen nem szerepelnek (pl.: improduktív személyzet: takarító, adminisztrátor stb). Az ilyen formán felmerült költségeket szimulálni nem szükséges az évi fix bérezés a közterhekkal napi szintre pontosan lebontható, s így az aktuális eredmény ezzel könnyen korrigálható.

A korrekciók beépítése utáni eredményt az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat

A szimulált és tényleges gazdasági eredmény összehasonlítása
újrparametrizálás után

Kategóriák		modell	gazdaság
kassa	1. negyedév [Ft]	2248257	2243532
	2. negyedév [Ft]	3194453	3265439
	3. negyedév [Ft]	2012023	1983454
	1. év [Ft]	-626319	-766575
	Gép üzemóra/év	6883	6991
növénytermesztés eredménye	búza [kg]	1301938	1301922
	kukorica [kg]	7081002	7080812
	árpa [kg]	1166601	1166578
	napraforgó [kg]	640049	640034
	lucerna [kg]	77000	76989
állattenyésztés eredménye	összes született malac [db]	15150	15151
	összes testtömeg-gyarapodás [kg/nap]	2269	2261
	összes takarmány felhasználás [t]	6852	6944,2
	összes vízfelhasználás [l]	12568045	12568045
	összes áramfelhasználás [kWh]	492750	492750
	összes munkaóra ráfordítás	16045	16060

Forrás: Saját számítás

Természetesen minden futtatás esetén a modell célfüggvénye – a gazdaság vezetésének törekvéseivel szinkronban – azonos volt: a nyereség maximalizálása.

Megállapítható tehát, hogy a pontos technológia lekövetésével felírható olyan modell, amely képes reprodukálni a gazdaság működését.

A továbbiakban azt vizsgáltam, hogy a jelenleginél nagyobb felbontásban felírt technológia jelent-e bármiféle változást a modell kimeneti oldalán. Ebben az esetben a modell alapléptéke egy óra lett, s a technológiákat úgy írtam fel, hogy óránkénti felbontásban határozzák meg a technológiai lépéseket.

A szimulátor ebben az esetben nem volt képes az adatokat feldolgozni. Ennek oka valószínűleg a túl nagy adatmennyiség. Ezt

bizonyítja az is, hogy ha a felbontást megtartom, de nem a teljes gazdaságot, hanem például a növénytermesztő ágazat egyetlen növényét vizsgálom, a szimulátor rendben fut.

Amennyiben a felbontást kicsit csökkentem, és a technológiákat műszakokra osztom fel, úgy a modell mérete még a kezelhető méreten belül mara, és a szimulátor képes feldolgozni az adatokat. Jelen esetben a modell adathalmazának nagyobbik részét az állattenyésztés adatai teszik ki, hiszen a több műszakra való bontás itt jelent csak nagyobb műveletszámot, a növénytermesztésben a gépesítettség hatására a csúcsidőszakoktól eltekintve (vetés, aratás) alig változott a műveleti (feltétel) sorok száma.

Látható, hogy a gazdaság eredményeiben (2. táblázat), sem a likviditásban (1. ábra) jelentős változás a korábbiakhoz képest nincs.

2. táblázat

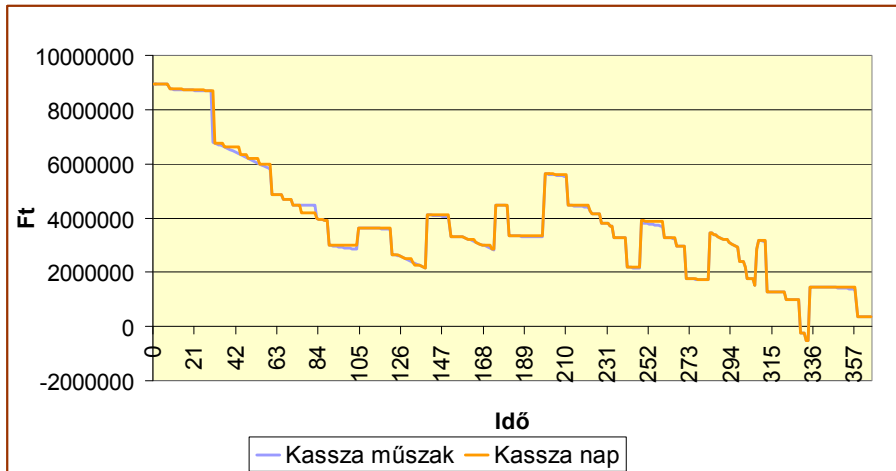
A modell napi, illetve műszakonkénti felbontású futtatásaiból nyert adatok összehasonlítása

Kategóriák		modell napi lépték	modell műszakonkénti lépték	gazdaság
kassza	1. negyedév [Ft]	2248257	2244879	2243532
	2. negyedév [Ft]	3194453	3198397	3265439
	3. negyedév [Ft]	2012023	2011454	1983454
	1. év [Ft]	-626319	-636243	-766575
	gép üzemóra/év	6883	6883	6991
növényterm esztés eredménye	búza [kg]	1301938	1301929	1301922
	kukorica [kg]	7081002	7080989	7080812
	árpa [kg]	1166601	1166577	1166578
	napraforgó [kg]	640049	640041	640034
	lucerna [kg]	77000	76991	76989
állattenyésztés eredménye	összes született malac [db]	15150	15151	15151
	összes testtömeg-gyarapodás [kg/nap]	2269	2266	2261
	összes takarmány felhasználás [t]	6852	6852	6944,2
	összes vízfelhasználás [l]	12568045	12568045	12568045
	összes áramfelhasználás [kWh]	492750	492750	492750
	összes munkaóra ráfordítás	16045	16048	16060

Forrás: Saját számítás

1. ábra

A gazdaság cash-flow diagramja napos és műszakos léptékkel

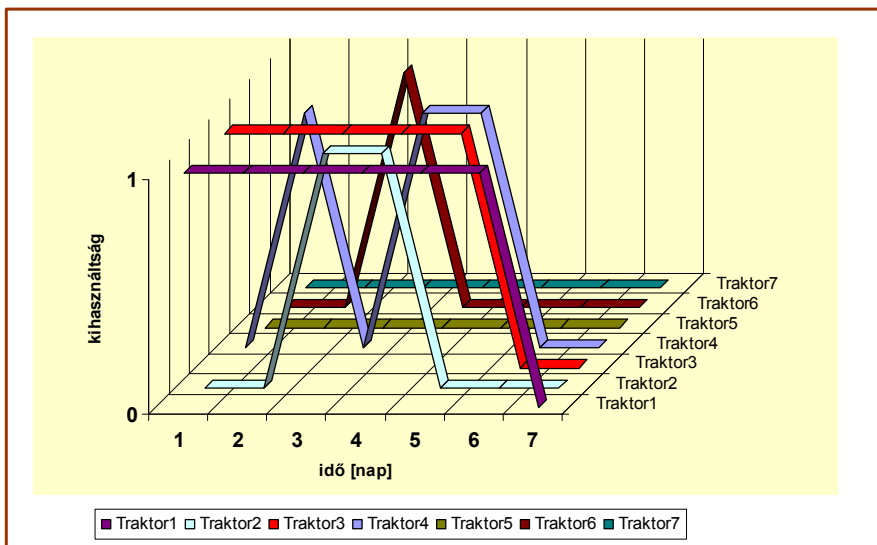


Forrás: Saját számítás

Azonban, ha az erőforrás-kihasználást tekintjük, sokkal részletesebb képet alkothatunk például a gépek lekötéséről (2.-3. ábra).

2. ábra

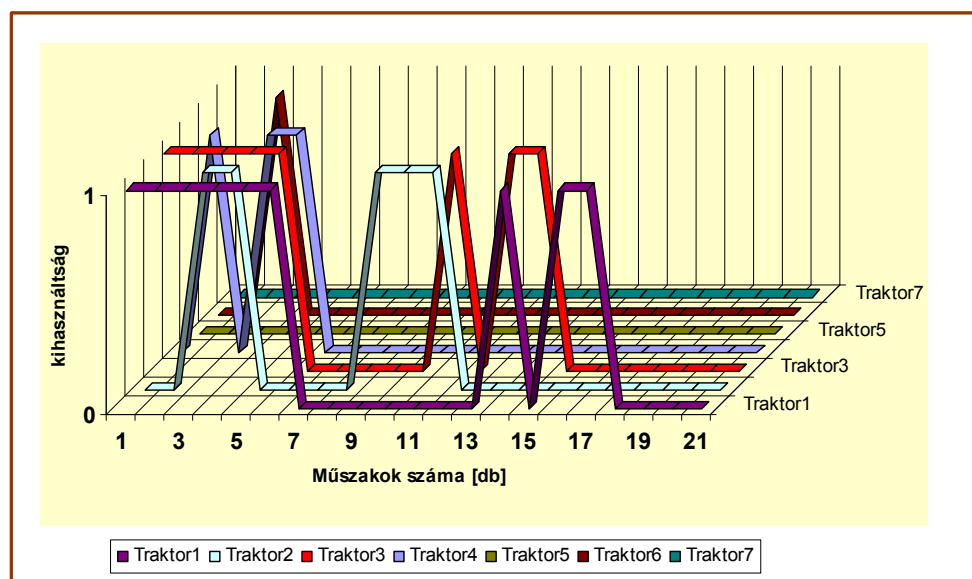
Traktorok kihasználtsága 1 napos léptékkel ábrázolva



Forrás: Saját számítás

3. ábra

Traktorok kihasználtsága műszakos léptékkel ábrázolva



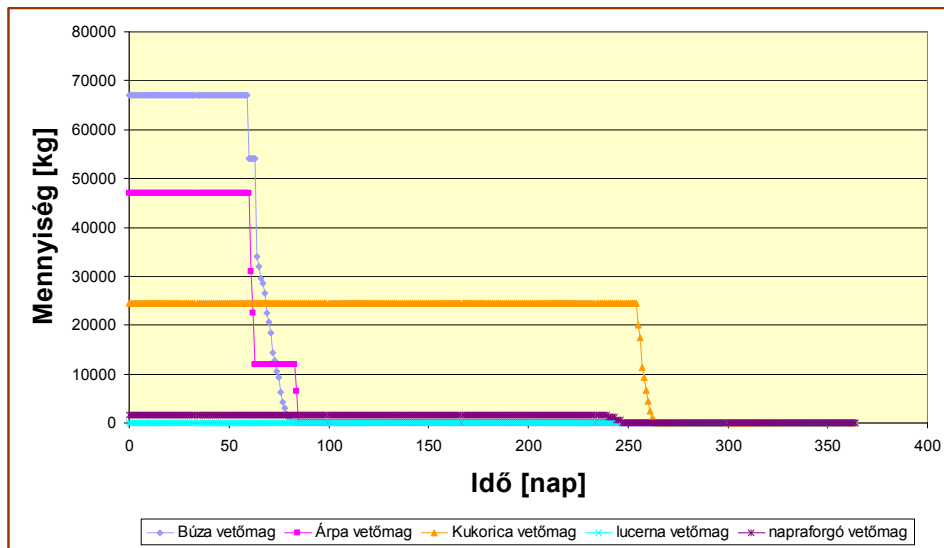
Forrás: Saját számítás

Megállapítható tehát, hogy a részletesebb technológiai felírás árnyaltabb képet fest a menedzsment számára a gazdaság működéséről, a folyamatok egymásra épüléséről, illetve a folyamatok által felhasznált anyagok, illetve energia-, pénz-, és munkaerő-felhasználásról, valamint ezek költségeiről.

A szimulációból kinyerhető adatokból igen egyszerűen kaphatunk olyan információkat, amelyek a gazdaság, vagy egyes ágazatainak működését, illetve állapotát jellemzik. A növénytermesztési ágazat esetén például a termeléshez szükséges anyag állomány állapotáról kaphatunk megbízható információt. A 4. és 5. ábrán példaként a vetőmag-, és a gabona készlet adatai láthatóak.

4. ábra

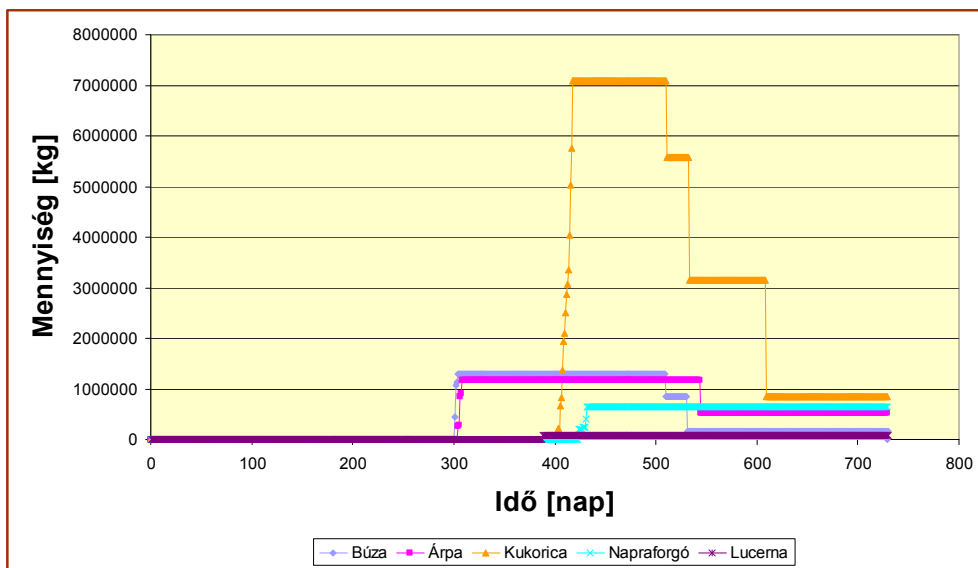
Vetőmag-készlet változása



Forrás: Saját számítás

5. ábra

Gabona-készlet változása

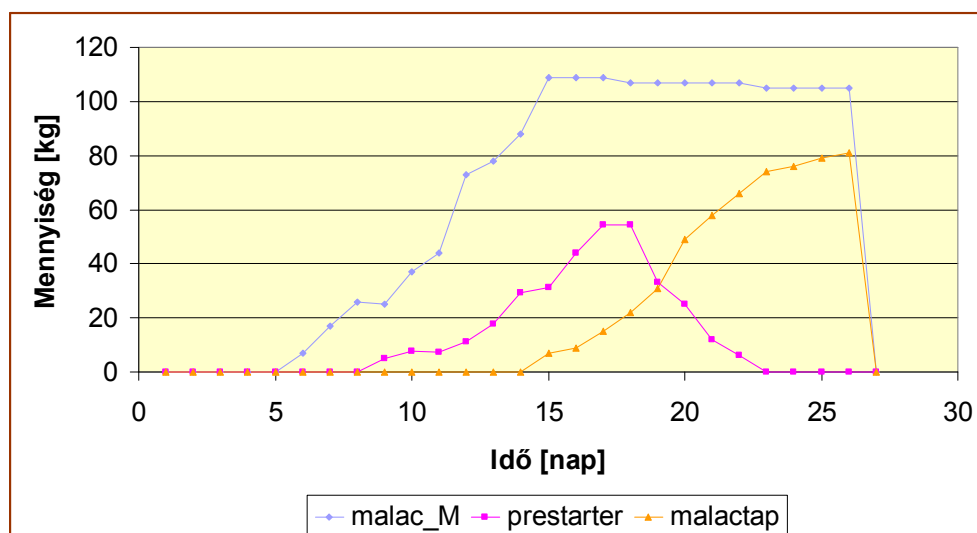


Forrás: Saját számítás

Az ábrák megalkotásakor a megjeleníteni kívánt információ határozza meg a diagramok felépítését. Szükség szerint változtatható az adatok felbontása, illetve egy diagramon belül több egymással összefüggésbe hozni kívánt adatsor is ábrázolható. Ennek jelentősége abban áll, hogy a döntési folyamatokhoz szükséges információk olyan állapotban prezentálhatók, amelyek a döntéshez a legmegfelelőbb támogatást nyújtják. Vizuálisan, bonyolultabb számítások és (akár matematikai, statisztikai) elemzések nélkül alkotható vélemény valamely folyamat, vagy akár egy egész ágazat működéséről, annak hatékonyságáról. Példaként a 6. ábrán látható sertésfiaztató istálló egyik termék egy beólasási ciklusban (26 nap) a malacokra jellemző adatát említeném.

6. ábra

Fiaztató terem adatai



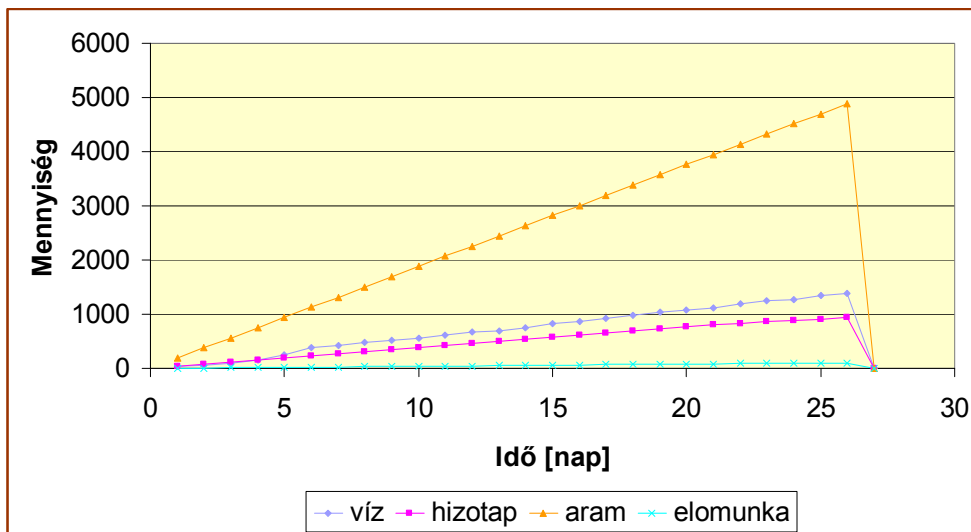
Forrás: Saját számítás

A 7. ábrán ugyanennek a fiaztató teremnek a kocákra és a megfigyelt megmaradó mennyiségekre vonatkozó adatok láthatóak. Az ábrázolt jellemzők követése lehetővé teszi, hogy a terméknek bármely időpillanatban

megállapíthatjuk a termelési folyamatban mind hozzáadott értéket mind a termék-előállítás költségeit.

7. ábra

Fiaztató terem megmaradó mennyiségeinek ábrázolása



Forrás: Saját számítás

3.5 Hipotetikus vizsgálatok

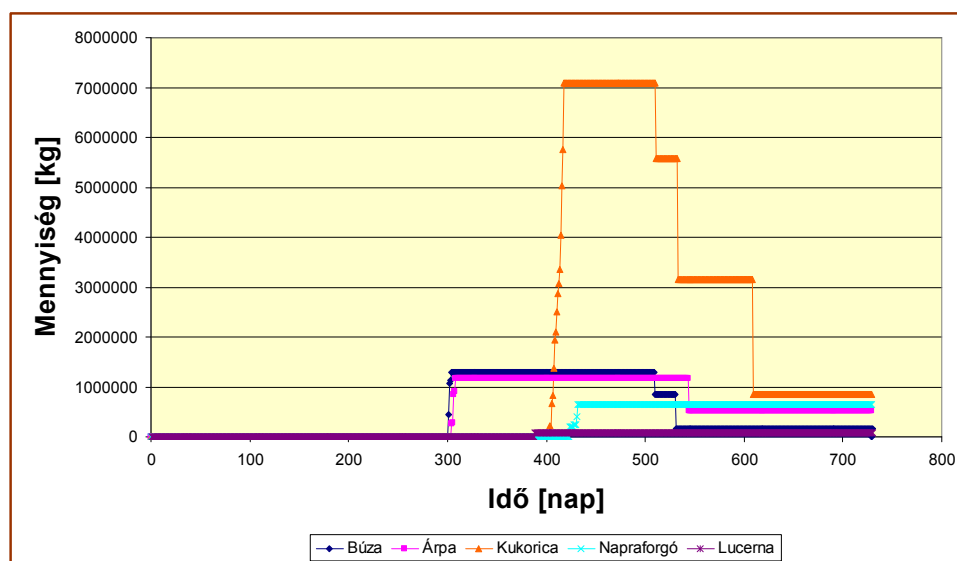
A szimulátorok nagy előnye, hogy olyan vizsgálatokat lehet végezni a segítségükkel, amelyeket a valóságban nem tudunk, vagy nem merünk kipróbálni, részben a nagyon magas gazdasági kockázat, részben a produktív periódus igen hosszú volta miatt. Legtöbb esetben egy gazdaság vezetőjét az foglalkoztatja, hogy milyen lépéseket tehet egy esetlegesen felmerülő előre nem látható (Vis Major) esemény által okozott kár, illetve szituáció kompenzálására.

3.5.1 Jégverés

Az általam vizsgált szimulátor jól tükrözi a gazdaság működését. Felmerül a kérdés, hogy mit tesz olyan szituációban, amely erősen beavatkozik a korábbi állapotokba: vajon képes-e Vis Major események kezelésére? Egy példa: erős jégverés éri a napraforgó és kukorica állományt, a napraforgó esetében 30%, a kukorica esetében 40% a termés kiesés. Vajon milyen lehetőségek vannak arra, hogy a lehető legrövidebb időn belül stabilizáljam a gazdaság állapotát. Ebben az esetben a modell célja a korábbi vizsgálatokkal megegyező, tehát a gazdaság nyereségességének maximalizálása. A 8.-9. ábrán látható a megváltozott termény mennyiség, valamint a Cash-flow diagramon (10. ábra) terményértékesítésből származó jövedelem lényegesen szerényebb. Jelen esetben nem kalkuláltam jégkárbiztosítással.

8. ábra

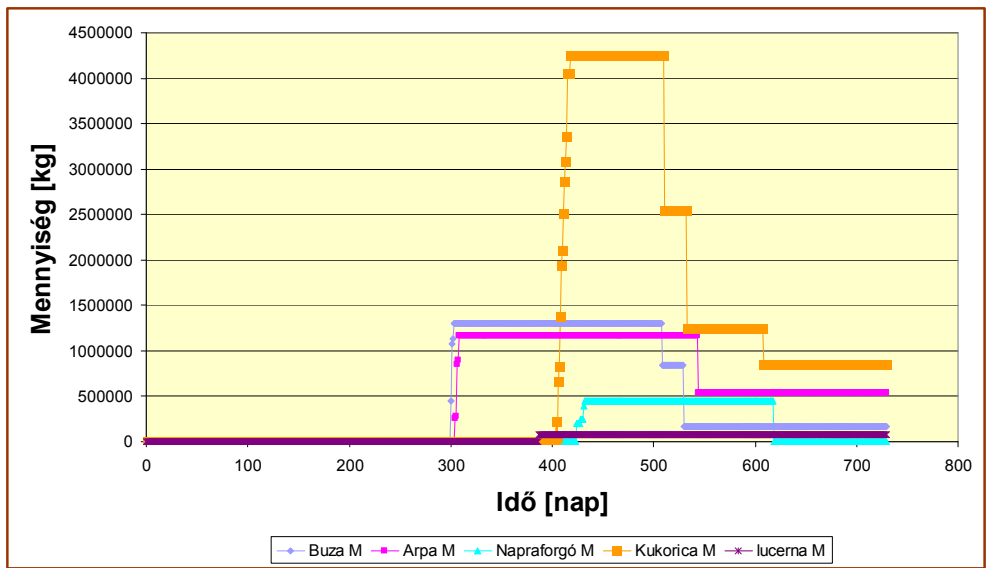
Gabona-készletváltozás normál üzemi körülmények mellett



Forrás: Saját számítás

9.ábra

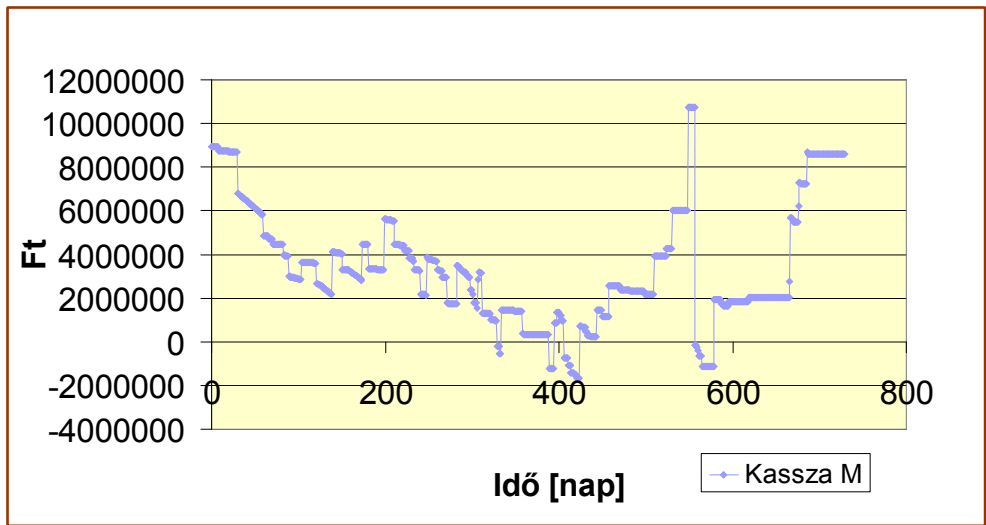
Gabona-készletváltozás Vis Major esemény hatására



Forrás: Saját számítás

10. ábra

Főgazati Cash-flow diagram jégkár esetén



Forrás: Saját számítás

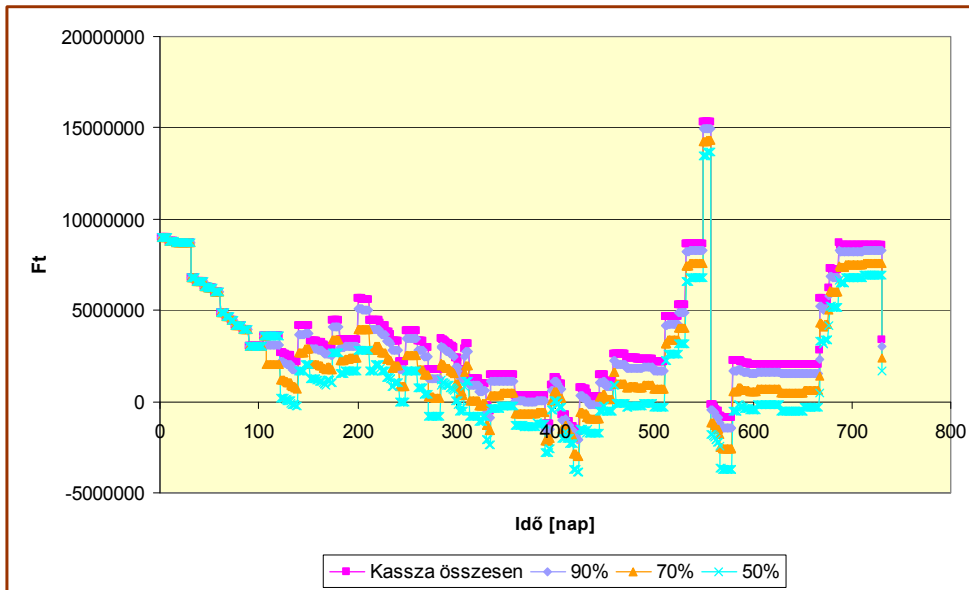
3.5.2 Hízósertés felvásárlási árának változása

Ebben esetben az állattenyésztést ért krízist szimulálok, amikor is a hízósertés felvásárlási ára a 100. naptól 90-, 70-, majd 50 százalékára esik vissza. Ez a vizsgálat két szempontból is érdekes. Egyrészt ágazati szempontból, hogy az eddig likviditási szempontból jól teljesítő állattenyésztés most milyen pozícióba kerül, másrészt a gazdaság egészét tekintve, vagyis ez a bevétel-kiesés milyen hatással lesz a gazdaság működésére, mi az az árbevétel csökkenés, amit még beavatkozás nélkül elvisel a cég. Tekintettel arra, hogy a felvásárlási áron kívül mást nem változtattam a szimulációban a korábbiakhoz képest, most nem térek ki a kapott eredmények tételes ismertetésére, csupán a vizsgálati szempontból érdekes adatokat elemzem.

A 11. ábra a gazdaság likviditását mutatja az eredeti állapot összevetésével. A bemutatott ábrán jól látszik, hogy a gazdaság összesített eredményességét a sertések értékesítési árának 10%-os csökkenése ugyan csökkentette valamelyest, azonban ez komoly likviditási problémákat nem okozott. A 30%-os csökkenés már jelentősebb eredménykiesést produkált, és látszik, hogy a gazdaság még mindig pozitív mérlegben volt az év nagy részében, ám az 50%-os visszaesés, főleg a második évben már szinte folyamatosan likviditási zavarokat okozott, eltekintve azoktól az időszakoktól, amelyekben a növénytermesztésben realizálódott eredményt jóváírták.

11. ábra

A gazdaság cash-flow diagramja az állattenyésztés eredményeinek befolyásoltságaival



Forrás: Saját számítás

Pusztán a gazdaságban jelenlevő pénzeszközmennyiség jelenlétét elemezve is kijelenthető, hogy megbízható információkat szolgáltatathat a menedzsmentnek a szimulátor működtetése. Az előzőekből az is kiderül, hogy milyen alkupozícióba érdemes belemenni anélkül, hogy a gazdaságot ez jelentősen megterhelné, illetve veszélyes helyzetbe sodorná.

3.5.3 Fuzárium fertőzés

A következő példán a gazdaság egy fokozottabb összetettségű problémájára készítettem szimulációt. Azt a kedvezőtlen helyzetet próbáltam modellezni, hogy a gazdaság betakarított takarmánykukoricája fuzáriummal fertőződött a tárolás során. Mivel ebből a szimuláció 40. napjától etettek is, a tenyészállatok szaporasága drasztikusan, 50%-kal

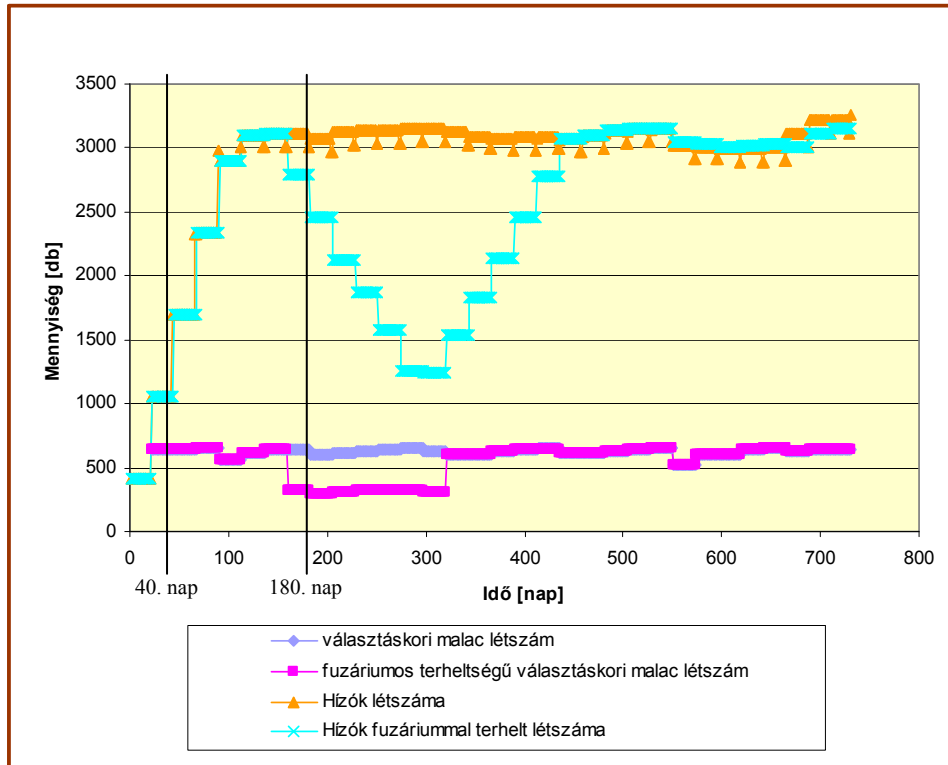
visszaesett, továbbá a tárolt kukoricamennyiséget értékesíteni nem tudták, emiatt az bevételként nem realizálódhat, a szárítás, tárolás költségei viszont jelen vannak a rendszerben. A vezetés természetesen észreveszi a hibát, és vásárol takarmánykukoricát, majd a 180. naptól ezt eteti, minek következtében elkezd helyreállni a gazdaság egyensúlya. A kérdés csupán az, hogy mennyi időre van szükség ahhoz, hogy az eredeti termelési szint helyreálljon.

A 12. ábrán az egyes állatcsoportok létszámának változása látható. A 40. és a 180. napot függőleges vonallal külön is megjelöltem. Jól látható, hogy a diagramon a 'választáskori malac létszám'-hoz képest a 'fuzáriumos terheltségű választáskori malac létszám' a vemhességi idővel készletelve csökkent. Ezt követően a takarmányozás helyreállítása során visszaállt a megszokott üzemi szintre. Az állattenyésztés árbevétele szempontjából fontos hízóállat-állomány szintén jelentősen csökkent a korábbi időszakhoz képest. A csökkenés lépcsőzetességét a korosbítások időszakos volta okozza, amely az egyenletes teljesítményű gazdaságot reprezentáló görbén nem látszik. A szaporaság helyreállításával ez a görbe is visszatér a normál üzemi működés során tapasztaltak közelébe.

Az állománylétszám változásából az állattenyésztés eredménye jelentős módosuláson ment keresztül. Hasonlóan befolyásolta a növénytermesztés eredményét egyfelől a fuzáriumos kukorica által okozott árbevétel kiesés, másfelől a gazdaságnak pótolnia kellett a szükséges mennyiségű kukoricát, tehát további pénzeszközöket kellett kukoricavásárlásra fordítani. A 13. ábrán a gazdaság ágazatainak cash-flow görbéi láthatóak normál üzemi működés mellett, valamint a fuzárium-fertőzés okozta változások után.

12. ábra

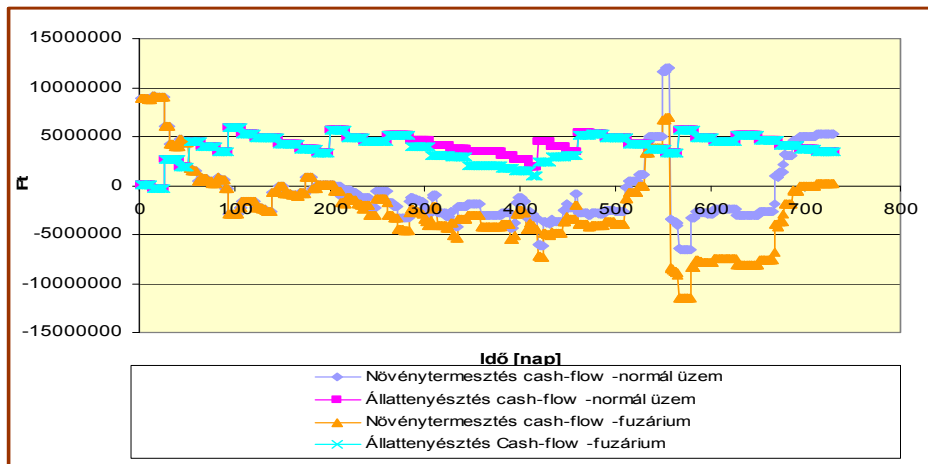
A gazdaság egyes állatcsoportjainak létszámváltozása.



Forrás: Saját számítás

13. ábra

A növénytermesztés és az állattenyésztés cash-flow diagramjainak összevetése



Forrás: Saját számítás

A diagramon jól látszik, hogy a növénytermesztő ágazat esetében korábban jelentkezik változás, hisz a fertőzött takarmányt az állatok számára pótolni kell, hiszen az észlelést követően azonnal leállítják a vezetők a fertőzött takarmány etetését. További bevételcsökkenést eredményez, hogy a fertőzött kukoricát a gazdaság értékesíteni sem tudja. Az állattenyésztés esetében a bevételkiesés először csak a csökkent hízóállomány méretéből adódó hízott állat értékesítést követően realizálódik.

Az ágazatok adatait összevetve látható, hogy a gazdaság viszonylagos pénzügyi biztonságát ez a Vis Major esemény felborította, és csupán a második év végére állt helyre némiképp.

A fentiek fényében kijelenthető, hogy a szimulátor, jól felépített modell segítségével képes olyan adatok szolgáltatására, amely a menedzsmentet olyan információk birtokába juttatja, melyeknek segítségével egy-egy komolyabb döntést megfelelően elő lehet készíteni, illetve üzleti tervek készítésekor a várható és kalkulálható veszélyeket meg lehet vizsgálni in vitro módon.

4. Következtetések, javaslatok

A különböző szimulációs technikák fejlődése egyre nagyobb potenciált biztosít a legtöbb olyan termék-előállító folyamat leképezésére, amelyben a termék előállításának legfontosabb körülményei tökéletesen ellenőrizhetők. A mezőgazdasági folyamatok többsége nem megfelelő szimulációs alany, mivel a termék-előállítás folyamata nagyon sok bizonytalansági faktorhoz van kötve.

A generikus algoritmussal támogatott dinamikus szimulátor olyan aspektusból vizsgálja a termékek előállításának menetét, amely megegyezik minden produkciós folyamattal függetlenül attól, hogy mezőgazdaságban (állattenyésztés vagy növénytermesztés) vagy iparban található.

Korábbiakban igyekeztem bemutatni, hogy a megmaradó mennyiségekre alapozott szimulátor akár igen komplex mezőgazdasági folyamatokat is képes lekövetni. Jelenlegi állapotában azonban nem alkalmas arra, hogy a szimuláció a megfigyelt folyamatokat teljes mélységben vizsgálja. Ennek oka pontosan nem ismert, további vizsgálatok szükségesek annak megállapítására, hogy egyrészt van-e lehetőség tovább finomítani a szimuláció érzékenységét, másrészt van-e értelme, illetve jelent-e bármi féle változást a szimuláció eredményében, ha a jelenlegieknél nagyobb felbontásban vizsgáljuk a termelői folyamatokat.

Mivel a szimulátor egy teljesen aspecifikus algoritmusra épül tulajdonképpen bármilyen folyamat leképezhető a segítségével, a sikeres leképezés feltétele csupán az, hogy milyen pontosan vagyunk képesek leírni azt. Az egyszerű kezelői felület (Excel tábla) egyrészt biztosítja a könnyű adaptációt, másrészt lehetőséget biztosít a kinyert adatok további kiértékelésére akár matematikai, statisztikai kiértékelő programokba való importálással.

Az anyag- és energiaáramra alapozott folyamat leírások miatt nagyon pontos pillanatképek adhatók a termelés és a termékek bármilyen állapotáról. Ez lehetővé teszi akár önálló döntési rendszerek felállítását is. A szimulátor alkalmassá tehető bizonyos folyamatok automatikus szabályozására is. Ezek épülhetnek PC-s és nem PC-s (ipari) szabályozási körökre is. A nagy pontosságú szimulálás miatt ezek a szabályozási technológiák kifejleszthetők lennének. Az állattenyésztésben akár takarmányozási rendszerek vezérlése, akár logisztikai rendszerek támogatás is megoldható lenne. Ehhez szélesebb körű vizsgálatok szükségesek a mezőgazdaság több területének bevonásával. A szimulátor fejlesztői által vizsgált területek alátámasztják ezt a következtetést.

Felhasználói szinten egyszerű kezelhetőség lehetővé teszi, hogy a szimulátort akárki használhassa. Ennek akadályt szab a program jelenlegi változatánál, hogy az algoritmus input és output interfésze a Microsoft Office Excel programjára épül. Ez a szoftver igen nagy általános jellegű beruházást igényel a felhasználóktól, amennyiben üzleti tevékenységüket szoftveresen jogtiszta környezetben akarják végezni. Ezért a szimulátornak egy olyan operációs rendszer és számítógép-platform független verziójának kifejlesztését javaslom, amely bármilyen felhasználási területen, akár milyen hardver-támogatással működni képes. Így a szoftveren kívül járulékos beruházásokra egyetlen felhasználó sem kényszerül.

Az általánosan használható algoritmus további előnye, hogy a többféle fejlesztési irányból született szimulátorokat mintegy modul rendszer szerint összekapcsolhatjuk. Hiszen léteznek már állatszimulációk, léteznek az állat környezetére vonatkozó szimulációk, léteznek egy kisebb gazdaságra vonatkozó szimulációk, létezik egy gazdaság közgazdasági környezetének szimulációja, és létezik számos egyéb ipari, vegyipari termék előállító folyamat leképezése.

Ezeket igény szerinti szervezéssel önálló rendszerbe építve olyan komplex szimulátort lehetne létrehozni, amely nagy részletességgel és nagy pontossággal vizsgál és modellez olyan folyamatokat, melyek között eddig szimulációs aspektusból nem volt összefüggés.

5. Új tudományos eredmények

1. Egy működő mezőgazdasági vállalkozás termékelőállítására alapozva olyan szimulációs eljárást dolgoztam ki, amely könnyen kezelhető, és megfelelő megbízhatósággal képes követni virtuális térben a valós termelési folyamatokat.
2. A gazdaságszimuláció alkalmazását olyan döntéstámogató rendszert megalapozó modellre építettem, amely a gazdálkodás eredményességét leginkább befolyásoló tényezők (erőforrások, technológiák, természeti tényezők, idő) elemzése alapján a menedzsment számára gyakorlatban is használható információt szolgáltat.
3. Vizsgálattal bizonyítottam, hogy a generikus szimulátor alkalmas a mezőgazdasági termelés során bekövetkező Vis Major típusú események kezelésére.

6. A disszertáció témaköréből megjelent publikációk

- Takátsy T. – Csukás B. - Balogh S. – Lukács A. I.: Az állati metabolizmus makroszintű dinamikus szimulációja mérnöki alkalmazásokra. MTA Agrárműszaki Bizottságának Tanácskozása. Gödöllő, 2001. január 23-25
- Lukács A.- Takátsy T.- Csukás B.- Balogh S.: Baromfiistálló energetikai és makroszintű metabolikus szimulációjának tapasztalatai. Műszaki Kémiai Napok '01, Veszprém, 2001. április 24-26. 248-253.p.
- Lukács A.I.: Állattartó üzem PC szimulációs modellje. K+F eredmények és feladatok a szlovák és magyar állattartásban Nemzetközi tudományos szimpózium Kaposvár, 2004.08.26 proceeding 73-77. p.
- Lukács A.: Állattartó üzem PC szimulációja. Gödöllő, MGI. Workshop. 2005.01.27.
- Lukács Aurél István: Mezőgazdasági üzem számítógépes modellje – poszter Multifunkcionális mezőgazdaság - nemzetközi tudományos konferencia - Hódmezővásárhely, 2008. április 24
- Lukács Aurél István: Mezőgazdasági üzem számítógépes modellje. Agrár és vidékfejlesztési szemle, 2008, III. évf. 1. szám ISSN 1788-5345
- Aurél István Lukács: New ways and possibilities in simulation of agricultural farm-processes. Acta Scientiarum Socialium, pp. 55-63 Kaposvár, 2008
- Károly, Szommer; Aurél I, Lukács: Set-up and comparison of dynamic simulation with different applications. Acta Oeconomica Kaposváriensis, p 75-82. Kaposvár, 2009