



Kutatási zárójelentés

***„Szimulációs modell fejlesztése a tejelő szarvasmarha ágazat
döntéseinek támogatására”
című tematikus OTKA pályázathoz***

**Dr. Székely Csaba, témavezető
Györök Balázs, kutató
Kovács Attila, kutató**

2007.

Tartalom

Tartalom	2
Magyar nyelvű összefoglaló.....	3
English summary.....	4
Bevezetés.....	5
A kutatás célja	5
A kutatás indokltsága	5
A téma előzményei.....	6
Módszerek	8
Résztevők	8
Feladatok	8
Feladatok teljesítéséhez használt módszerek	9
Feladatterv és végrehajtás illeszkedése	12
Eredmények.....	13
A szimuláció alapjául szolgáló szoftver vizsgálata.....	13
A számítógépes modell	15
A modell felépítése.....	15
A modell működésének elvi alapja	18
A szimulációs modell illesztése a tervezési rendszerbe	20
Publikációk.....	21
Megvitatás, eredmények továbbvitele.....	22

Magyar nyelvű összefoglaló

A kutatási projekt olyan szimulációs modell kidolgozását tűzte ki célul, mely támogatja a Józsefmajori Kísérleti és Tangazdaság tejtermelő szarvasmarha ágazatának döntéseit, illetve lehetővé teszi a költséges üzemi kísérletek kiváltását korszerű informatikai módszerekkel.

A fő célkitűzésen felül az a cél is megfogalmazódott, hogy a szimulációs modell alkalmazására a későbbiekben más gazdaságokban, a tejelő szarvasmarha ágazat döntéstámogatása területén is sor kerülhessen.

Az elkészült számítógépes modell dinamikus, sztochasztikus, numerikus, és az egyes állategyedek szintjéről kiinduló szimulációs modell.

A modell közvetlenül használható a Józsefmajori Kísérleti- és Tangazdaság állattenyésztési döntéseinek megalapozásában. Illeszkedik a kialakult tervezési rendszerhez, jól kiegészíti a folyamatos fejlesztés alatt álló OMIR Operatív Menedzsment Információs Rendszert, az adatok cseréje kölcsönös. A módszer nagyban leegyszerűsíti a tejhasznú szarvasmarha tartás éves tervezését, és lehetővé teszi, hogy a rövid távú döntések a hosszú távú stratégiának megfelelően kerüljenek meghozatalra.

Az eredményeket már aktívan alkalmazzuk az oktatásban is. A módszer lehetővé teszi, hogy segítségével a hallgatók mélyebben megismerjék az állattenyésztési ágazatok törvényszerűségeit, e téren közvetlen gyakorlatot szerezzenek a nélkül, hogy esetleges rossz döntéseikkel közvetlen károkat okoznának.

English summary

The goal of the research project was to develop a simulation model that is able to support the decision making process of the dairy enterprise of Józsefmajor Experimental Farm, and make it possible to substitute the expensive farm experiments with modern information technology.

Beyond the basic goal, a further objective was to enable other farms to apply this method in the decision making of dairy cattle.

The prepared model is dynamic, stochastic, numeric, and it starts from the level of the individual animals.

The model can be directly applied in the decision making of Józsefmajor Experimental Farm. It well suits to the existing and continuously developed OMIR Operative Management Information System, the data are exchanged mutually. The method simplifies the annual planning process of dairy cattle, and makes it possible to make short-term decision in harmony with long-term strategy.

The results can be applied in education. The students may get to know the laws of animal husbandry, they get experienced without making direct harm to farms.

Bevezetés

A kutatás célja

A kutatási projekt olyan szimulációs modell kidolgozását tűzte ki célul, mely támogatja a Józsefmajori Kísérleti és Tangazdaság tejtermelő szarvasmarha ágazatának döntéseit, illetve lehetővé teszi a költséges üzemi kísérletek kiváltását korszerű informatikai módszerekkel.

Az alap célkitűzésen felül az a cél is megfogalmazódott, hogy a szimulációs modell alkalmazására a későbbiekben más gazdaságokban, a tejelő szarvasmarha ágazat döntéstámogatása területén is sor kerülhessen.

A fejlesztő munka során a kutatók feladata volt, hogy haladjon végig a szimulációs modell fejlesztésének klasszikus lépésein az adatok gyűjtésétől egészen a kidolgozott szimulációs modell alkalmazásából származó eredmények elemzéséig. A munka további eredménye legyen egy általánosan, más területeken is alkalmazható szimulációs eljárás.

A kutatás indokoltsága

A Gödöllői Agrártudományi Egyetem (ma: a Szent István Egyetem) Üzemtani Tanszéke 1992-ben létrehozta a Józsefmajori Kísérleti és Tangazdaságot, amely elsősorban üzemgazdasági vizsgálatok és kísérletek elvégzésének céljait szolgálja. A kísérleti gazdaság egyik fontos feladata a különböző irányítási-informatikai fejlesztések eredményeinek kipróbálása. A gazdaság egyúttal modellként szolgál a közepes méretű családi és vállalkozói gazdaságok elemzéséhez is.

A Tangazdaságban széleskörű adatgyűjtés folyik, amire az adott lehetőséget, hogy az irányítási feladatok támogatására az Üzemtani Tanszék kutatói számítógépes menedzsment információs rendszert dolgoztak ki.

A megfelelő informatikai háttér ellenére a tejelő szarvasmarha ágazat döntéseinek megalapozása nem tekinthető elégségesnek, mivel az ágazat bonyolultsága miatt nehéz áttekinteni, hogy az operatív döntések hogyan illeszkednek a gazdaság tartós és eredményes

működését eredményező stratégiához. Segítséget kell tehát nyújtani az operatív döntések meghozatalához, mely hatékonyabb és magasabb szintű döntéstámogatást tételez fel.

A döntések meghozatalát kísérletek végzésével, empirikus módszerekkel is támogatni lehetne, de ezek költségesek és időigényesek, sőt a gazdaság létét veszélyeztető kockázatot is rejthetnek magukban. A megoldást a korszerű operációkutatási módszerek alkalmazása jelentheti.

Ez indokolta azt, hogy az adatok folyamatos gyűjtése mellett olyan szimulációs modellt dolgozzunk ki, amely a költséges kísérletek helyett tetszőleges számú számítógépes vizsgálat eredményeinek felhasználásával, és a gazdaság meglévő tervezési-irányítási rendszerébe való beilleszkedéssel teszi lehetővé a döntések megalapozását.

A téma előzményei

A tudományban a szimuláció olyan kísérlet, amelynek célja a valóságos körülményeket megközelítő viszonyok létrehozása, a vizsgált tárgyak vagy személyek valóságos körülmények között várható valószínű magatartásának felderítése. (Csáki, 1976.)

A szimuláció lényege tehát a valóság bizonyos részének, a valóságban is létező rendszerek modelljének felépítése, és kísérlet végrehajtása e modell alapján a jelenség vagy probléma teljesebb megismerése céljából.

A matematika és a számítástechnika gyors fejlődése teremtette meg a kísérletek szélesebb körű végrehajtásának feltételeit a gazdasági szférában. A kísérlet alapja a vizsgált jelenséget leíró szimulációs, matematikai modell lehet.

A szimulációs módszerek sokszínűbbek, mint a lineáris programozás vagy más analitikus módszerek. A valóságban a szimuláció alkalmazása mindig egyedi, hiszen a vizsgált problémák nem lehetnek teljesen azonosak. Azért a szimulációnak is vannak általánosan alkalmazható elemei és szabályai. Bár nincs olyan formális eljárása, mint az analitikus módszereknek, de a gazdasági problémák szimulációjának logikája minden esetben azonos.

A leggyakrabban előforduló, legelismertebb definíció szerint a szimuláció nem más, mint egy vizsgált rendszer vagy jelenség matematikai, logikai modelljének felállítása, és ezen alapuló numerikus kísérletek végzése. Ez a definíció kellően általános, nem szűkíti a szimuláció

alkalmazási területeit, hiszen az hihetetlenül sokrétű. A továbbiakban a szimulációt ezen definíció szerint értelmezzük. (Csernyák, 1990.)

Az operációkutatásban a szimuláció tipikusan olyan modell megalkotását foglalja magában, amely erősen matematikai jellegű. A rendszer működésének közvetlen leírása helyett a szimulációs modell a rendszer működését egyes elemeinek egyedi eseményein keresztül írja le. A rendszert olyan elemekre bontjuk, amelyek viselkedése megjósolható a rendszer minden állapota és a lehetséges bemenetek esetén. Az elemek közötti viszonyokat is beépítjük a modellbe. A modellépítést felbontjuk: először egyszerűbb, többé-kevésbé önálló részeket fogalmazzunk meg, azután építjük össze e részeket a természetes rendjük szerint.

Az állattartásban, különösen a tenyésztésben a szimuláció ma néhány főbb kutatási területen előtérbe került. A determinisztikus modellek alkalmazása elsősorban az életfolyamatok, termelési folyamatok vizsgálatára jellemző (Kömlösi, 2002.). Megemlíthető például White és munkatársai 1983-ban készült szimulációs modellje, mely lehetővé teszi egy juhállomány teljes körű vizsgálatát, melynek része a klíma, a legelő évszak szerinti hozama, a juh élettani állapota szerinti energiaigény, valamint hozamai utáni árbevétele. A sztochasztikus szimulációt gyakorta alkalmazzák a különböző tenyészérték-bebecslési eljárások összehasonlítására, illetve a szelekció hosszú távú hatásainak vizsgálatára, mely lényegesen költségtakarókosabb, mint a valós kísérletek lefolytatása (Boer és Arendorik, 1994.)

Módszerek

Résztevők

A kutatásban 3 fő vett részt. A kutatás szakmai irányítását dr. Székely Csaba végezte, Györök Balázs készítette el a matematikai és számítógépes modellt, valamint elvégezte az adatok feldolgozását, Kovács Attila tartotta a kapcsolatot a Tangazdasággal, illetve felelt az adatgyűjtésért, irodalmazásért.

Feladatok

A kutatási szerződés szerinti feladatok az alábbiak voltak éves bontásban:

2004:

- A modellvizsgálatok alapját képező, a program elindulását megelőzően összegyűjtött adathalmaz rendszerezése, feldolgozása, adatbányászat. Elért eredmény: koherens háttér adatbázis.
- Az adatbázis folyamatos bővítése.
- A szimulációs modell elvi vázának kiépítése (szükséges inputok, elvárt outputok, logikai-matematikai modell). Eredmény: matematikai modell első verzió
- Első számítógépes modell kialakítása. Eredmény: számítógépes modell első verzió.
- Publikáció.

2005:

- A matematikai modell folyamatos korrigálásra szorul a rendszerösszetevők módosításai (egyszerűsítések, újabb faktorok bevonása) következtében. Eredmény: pontosított matematikai modell.
- Számítógépes modell további fejlesztése. Próba-futtatások, tesztelés. Eredmény: számítógépes modell 2. verzió.
- Adatbázis karbantartás.

- Publikációk.

2006:

- Végleges matematikai modell.
- Végleges számítógépes modell.
- A modell gyakorlati alkalmazása.
- Publikációk.

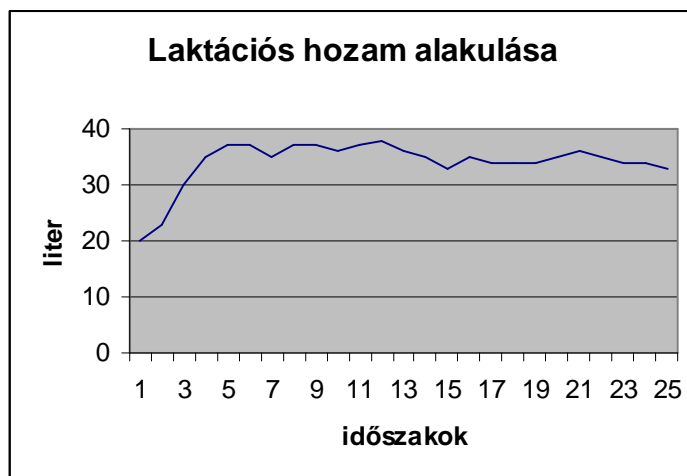
Feladatok teljesítéséhez használt módszerek

Adatgyűjtés, adattárolás

Az adatgyűjtés a meglévő információs rendszerből, a kapcsolódó telepírányítási rendszerből származó adatok tárolását és feldolgozását jelentette.

A telepírányítási rendszerből alapvetően tenyésztésszervezési adatok, illetve befejési eredmények érkeztek, a szimuláció szempontjából az utóbbinak van nagyobb jelentősége. A telepírányítási rendszerben jelszóval védett nagyméretű „apw” fájlok keletkeznek, melyekből az adatokat a rendszer megnyitásával exportálhatunk pl. „csv” formátumba, melyből egy általunk kidolgozott többlépéses módszerrel kapjuk meg a használható adatokat xls formátumban. A pályázat lehetővé tette, hogy a keletkező nagy mennyiségű adatot (napi 15 MB) folyamatosan mentjük, és biztonságosan tároljuk, így most már néhány évre visszamenőleg rendelkezünk hozam- és egyéb adatokból álló adatbázissal.

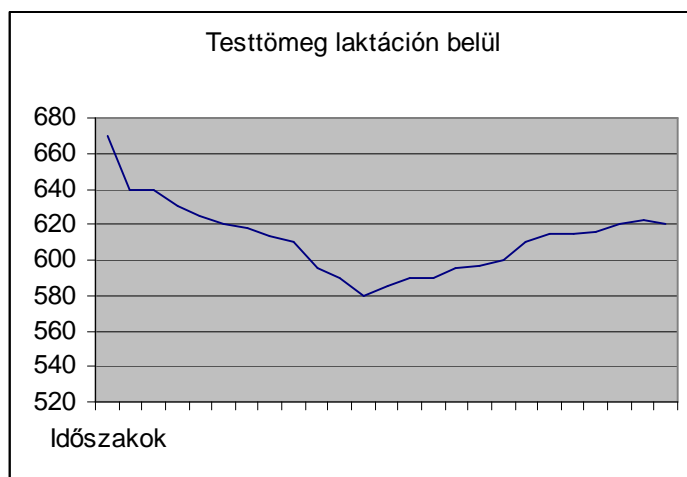
A havi befejések jól felhasználható „dbf” fájlokban érkeznek, ami lehetővé teszi, hogy a laktációs görbéket viszonylag egyszerűen meghatározhassuk. Tárolásuk a kis fájl méret következtében nem okozott különösebb problémát. Az 1. ábra egy tehén laktációs görbéjének alakulását mutatja be, a gazdaság telepírányítási rendszerének adatai alapján.



1. ábra: Egy tejtermelő tehén laktációs tejhozamának alakulása

A gazdaság információs rendszeréből érkeztek az állományváltozási, valamint ezeken alapuló takarmányozási tervek, illetve ezek tényadatai. Ezek ismerete teszi lehetővé a numerikus létszám és egyéb adatok ökonómiai vonatkozásainak felderítését.

A projekt alatt digitális mérleggel folyamatosan rögzítettük a tehenek tömeg adatait, az adattárolás közvetlenül „xls” formátumban történt. A következő ábra egy tejtermelő tehén élőtömegének alakulását mutatja be a laktációs periódus folyamán.



2. ábra: Egy tejtermelő tehén testtömegének alakulása a laktáció folyamán

Az adatok tárolása a pályázat során megvásárolt adatbázis szerveren történik.

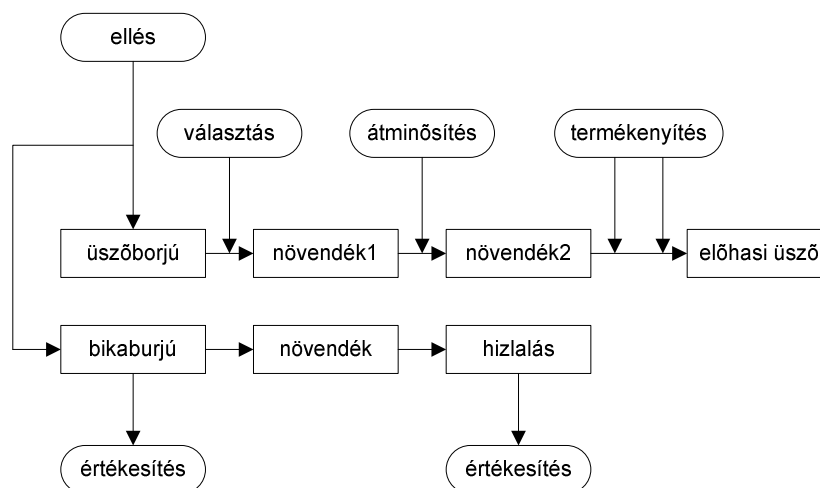
Irodalom áttekintés

Már a kutatómunka kezdetétől fogva folyamatosan végeztük tekinteni a rendelkezésre álló szakirodalom áttekintését. A hazai és nemzetközi tapasztalatok alapján megállapíthattuk, hogy kutatásaink részben a nemzetközi szakirodalomban leírt elvek és módszerek szerint, részben új irányokban haladnak. A feldolgozott irodalom Györök Balázs Ph.D. dolgozatának részét képezi.

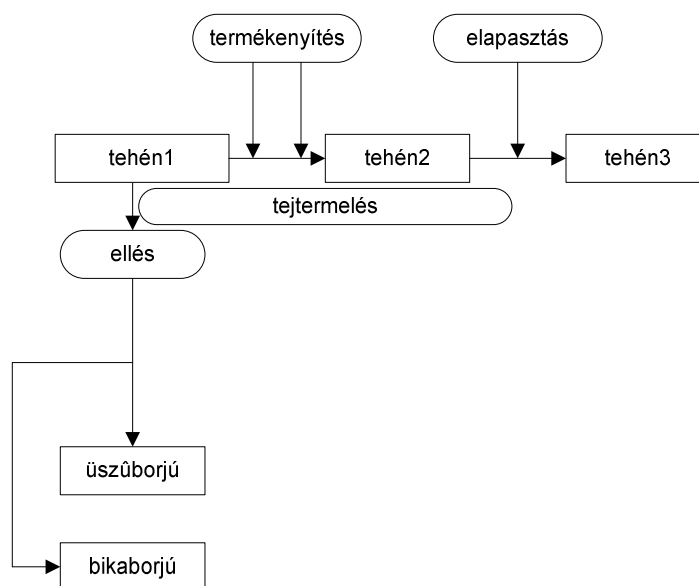
Modellkészítés

A modellkészítés 3 fő lépésből állt. Első lépés volt a *logikai modell felállítása*, mely az elemek közötti kapcsolatrendszerrel mutatja.

A következő két ábra az állatállomány mozgásának és változásának logikai modelljét mutatja be a tenyészállat utánpótlás és a tejtermelés szakaszaira bontva. A logikai modellben fontos szerepet játszott az időbeliség megjelenítése a folyamatok dinamikus jellege miatt.



3. ábra: A tenyészállat utánpótlás logikai modellje



4. ábra: A tejtermelés egy ciklusának (laktáció) logikai modellje

A logikai modell alapján készült el a *matematikai modell*, mely lényegét tekintve differencia-egyenletrendszerből felépülő numerikus modell. A matematikai modell alapján elkészítése után nyílt lehetőség a *számítógépes szimulációs modell* megszerkesztésére.

Feladatterv és végrehajtás illeszkedése

A feladattervet úgy építettük fel, hogy ciklikus struktúrából fakadóan ugyanazon feladatok újabb és újabb, de egyre bonyolódó és mélyülő feladatok végrehajtásából álljon. Ez a ciklikus végrehajtás meg is valósult. 2006-ban viszont a korábbi modell nagyobb mértékű átalakítására került sor, mert a terv bizonyos elemei adott méret felett végrehajthatatlanná váltak volna (lásd az Eredmények fejezetet).

A modellt úgy alakítottuk ki, hogy mindenkor a megcélzott vizsgálati feladatnak megfelelően kerüljön paraméterezésre és finomításra (lásd. Eredmények fejezet), így a 2006-os év feladattervében szereplő „végleges” szavak a használhatóságra utalnak, és nem a módosítás nélküli alkalmazásra.

Eredmények

A szimuláció alapjául szolgáló szoftver vizsgálata

A számítógépes modell Visual Basic nyelven íródott. A fejlesztés során törekedtünk arra, hogy a modell relevanciájának ellenőrizhetősége folyamatosan és könnyen megvalósítható legyen, ezért lehetővé kívántuk tenni a futtatások valamennyi részeredményének azonnali megtekinthetőségét. Ezért kezdetben Visual Basic 6 nyelven íródott a program, a futtatási eredményeket pedig azonnal Excelben tároltuk.

Ez a megoldás viszonylag lassú futtatást eredményezett, valamint nem tette lehetővé az Excelben rejlő automatizálások, függvények kihasználását. Időközben ezért a forráskódot átemeltük az Excelbe integrált Visual Basic for Applications nyelvbe, mely lehetővé tette, hogy a szükséges szinten használjuk a forráskódot, kombinálva azt a beépített szolgáltatásokkal.

A döntés során el kellett fogadnunk az Excelben rejlő korlátokat, melyek közül kiemelendő az oszlopok korlátozott száma (255), illetve a nagyon nagy számú sorok teljesítménycsökkentő, instabilitás növelő hatása (a modell esetében az utóbbi nem bizonyult korlátnak).

Az Excel saját függvényeinek használata során szintén korlátokba ütköztünk. Az eredeti szoftverterv szerint ahol lehetett, ott beépített függvényeket kívántunk alkalmazni, jellemző terület erre az átmenetileg tárolt (egy adott időszakra vonatkozó) eredmények végleges, dinamikus tárolása. Erre az *fkeres* függvényt próbáltuk alkalmazni, mely az adott időszak mennyiségi és minőségi ismérveit volt hivatott dinamikus megjeleníteni a modell különböző táblázataiban. Sajnálatos módon a szimulációs szubrutin (motor) által generált táblázat adatait nem lehetett időszakonként dinamikus eltárolni, mert az *fkeres* dinamikus frissítette a cellák tartalmát, így az időszakok elmúltával a tároló táblák érintett oszlopai ismét üressé, vagy rosszabb esetben érvénytelenné váltak.

(Az fkeres feladata: egy megfelelő, keresett értékkel való egyezőség esetén a forrástáblában az egyezőség feltételének megfelelő sor x-edik oszlopában szereplő értékének az átvétele.)

Itt meg kell jegyeznünk, hogy a függvények korlátozott alkalmazhatóságán túlmenően egyéb negatív tapasztalataink is voltak, különösen az értékek átemelésére oly hatékony ciklusok alkalmazása során.

Feladatunk volt, hogy a szimulációs motor egy adott időszakának eredményét automatikusan frissítsük valamennyi tároló táblánkban. Ennél problémaként merült fel, hogy 15 tároló tábla 255 időszakot reprezentáló oszlopa, minimum 1000 egyedet reprezentáló sora esetében futtatási lépésenként 255-ször hajtsuk végre a ciklusokba ágyazott feltételes (*if then else*) parancsot, mely azt eredményezte, hogy lépésenként (1 hétre vonatkozóan) az Excel 5 percet használt fel, mely alatt a processzor teljesítményét maximálisan igénybe vette. Ez a feladat tömbök használatával töredékét jelentette volna, de nem tette volna lehetővé a futtatás eredményinek folyamatos, egyszerű nyomon követését.

Ezt a sebességkorlátot annak mindenkorai pontos beazonosításával, hogy a ciklus melyik időszakra vonatkozik, sikerült 1 másodpercre csökkentenünk, így a teljes futás már csak pár percet vett igénybe. Ez lényegében az alábbihoz hasonló kódrészlet minden időszakra vonatkozó kalkulációja utáni újbóli és újbóli futtatásával volt elérhető:

```
i = Sheets(1).Cells(2, 8).Value + 1
```

```
For j = 2 To 1000
```

```
If Munka11.Cells(1, i).Value <> Sheets(1).Cells(j, 1).Value Then GoTo ide
```

```
If Sheets(1).Cells(i, 3).Value <> 1 Then GoTo ide
```

```
Munka11.Cells(j, i).Value = Sheets(1).Cells(j, 5).Value
```

```
ide:
```

```
Next j
```

Annak ellenére, hogy fentiek pusztán programozás-technikai megfontolásoknak tűnnek, a szimulációs modellalkotás egyik kulcstényezőét képezik.

Összegzésképpen annyit jegyeznénk meg, hogy az Excel alkalmazhatósága a modellek bonyolultságával fordított arányban van, bonyolult numerikus modellek nem építhetők fel programozás nélkül. Az Excel mindazonáltal segíthet a programozás-igény csökkentésében, szinte minden megoldható benne, amit az alkalmazástól független (külső) fejlesztői környezetek kínálnak.

A számítógépes modell

A modell felépítése

Az elkészült számítógépes modell *dinamikus* (az időt mint változót kezelő), *sztochasztikus* (a véletlen szerepét a modellbe beépítő), *numerikus* (az egyes időszakok közötti összefüggés leírása differencia egyenletekkel történik), és az *állategyedek szintjéről kiinduló* szimulációs modell.

A számítógépes szimulációs modell öt részből épül fel:

1. A modell kezdetét jelentő időszakra vonatkozó kiinduló mennyiségi és minőségi adatok egyedenkénti feltöltését szolgáló *kiinduló adattábla*. Az adattábla sorai az állategyedek, valamint az aktuális időszak (hét) kezdőnapja (dátum). Ezek mellett a vizsgálati céloktól függően megadjuk az állategyedek adott időszakon belül eltöltött idejét, tehenek esetén a laktáció számot, a heti tejhozamot, a testtömeget, a laktáció típusát (a laktációs görbe alakja és magassága), az utolsó termékenyítés időpontja, az utolsó termékenyítés sorszáma stb.

A	B	C	D
Dátum	Sorszám	Aktuális laktáció szám	Hetek száma
2007.02.25	1	1	23
2007.02.25	2	1	3
2007.02.25	3	1	1
2007.02.25	4	2	50
2007.02.25	5	2	45
2007.02.25	6	2	23
2007.02.25	7	2	2
2007.02.25	8	2	1
2007.02.25	9	3	5
2007.02.25	10	3	4
2007.02.25	11	3	24
2007.02.25	12	3	16
2007.02.25	13	3	32
2007.02.25	14	3	45
2007.02.25	15	3	44
2007.02.25	16	3	23
2007.02.25	17	3	26
2007.02.25	18	3	1
2007.02.25	19	4	35
2007.02.25	20	4	50
2007.02.25	21	4	34
2007.02.25	22	4	23
2007.02.25	23	4	2
2007.02.25	24	5	330
2007.02.25	25	5	400
2007.02.25	26	5	410
2007.02.25	27	5	420
2007.02.25	28	5	430
2007.02.25	29	5	440

5. ábra: A kiindulási adattábla

2. Az egyes időszakok közötti matematikai összefüggéseket tartalmazó *szimulációs motor* (forráskód, programmodul).

A szimulációs motor mindig az aktuális (az első körben az induló) időszakból számolja ki a következőt, tehát eggyel előre lép az időtengelyen.

Ez a központi mag lényegében egy szubrutin, mely függvényeket és osztálymodulokat használ.

3. *Adattáblák*, melyekben az egyes időszakok mennyiségi és minőségi adatai tárolódnak. A vizsgálatba bevont változoknak külön-külön táblák feleltethetők meg, sőt, a tehenek esetenként egy mennyiségi-minőségi ismérvét laktációnként kell tárolni, így például 5 laktáció esetén 5 táblázat tárolja a heti tejhozamokat. A 6. ábra az adattároló tábla felépítését mutatja be.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Sorszám	2007.02.25	2007.03.04	2007.03.11	2007.03.18	2007.03.25	2007.04.01	2007.04.08	2007.04.15	2007.04.22	2007.04.29	2007.05.06	2007.05.13
2	1	128	123	126	139	132	121	134	139	122	138	137	119
3	2	135	117	127	136	115	135	119	131	138	128	115	121
4	3	121	106	108	116	136	129	103	114	110	126	109	125
5	4	107	130	117	101	124	108	113	139	112	137	133	105
6	5	108	135	132	131	105	125	120	132	116	140	122	131
7	6	124	103	119	112	109	118	135	102	127	117	113	113
8	7	139	127	139	140	122	127	121	107	139	139	125	133
9	8	121	124	126	114	107	117	123	107	113	113	134	111
10	9	131	115	134	131	103	104	103	101	117	101	104	137
11	10	115	113	112	120	115	114	106	102	103	118	119	115
12	11	131	138	106	118	114	101	113	109	119	136	119	102
13	12	126	133	137	107	111	121	128	120	140	127	105	108
14	13	136	123	107	139	121	136	121	103	120	115	119	102
15	14	115	124	116	117	126	105	126	130	103	129	113	116
16	15	114	103	115	120	129	138	138	119	110	127	126	108
17	16	139	127	113	108	127	109	106	129	134	124	101	109
18	17	116	108	123	130	100	106	127	136	112	113	140	129
19	18	101	126	139	136	109	123	120	100	119	103	121	107
20	19	106	126	117	137	101	112	140	137	133	103	118	132
21	20	109	112	132	105	120	126	113	105	127	126	113	136
22	21	101	133	111	113	124	118	139	102	123	121	119	107
23	22	122	105	118	112	107	111	106	125	138	125	113	113
24	23	134	114	131	119	108	103	107	132	101	115	112	124
25	24	102	108	103	127	140	102	138	118	104	131	119	129
26	25	106	110	104	124	135	118	112	133	133	120	103	121
27	26	107	127	117	111	105	116	128	106	117	108	100	119
28	27	135	107	121	138	126	102	101	125	109	130	137	108
29	28	126	110	128	110	121	135	114	139	139	128	125	111

6. ábra: Az adattároló adattábla részlete

Az adattáblák általános felépítése:

Az oszlopok reprezentálják a heteket (modellmódosítás nélkül maximum 255), a sorok az egyes állategyedeket jelentik, míg magában a táblázatban az egyes ismérvek szerepelnek.

Speciális adattábla készült többek között a laktációs függvények tárolására. A tipizálás során beazonosított alapvető függvényalakokat és a függvények hozam színvonalát reprezentáló laktációkat táblázatos formában készítettük el, ahol pl. 5 görbe alaptípus 5 színvonal mellett már 25 kombinációt képez. A 7. ábra szemlélteti a laktációs görbéket reprezentáló táblázat egy részletét.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	Típus	1. hét	2. hét	3. hét	4. hét	5. hét	6. hét	7. hét	8. hét	9. hét	10. hét	11. hét	12. hét	13. hét
2	1	128	123	126	139	132	121	134	139	122	138	137	119	124
3	2	135	117	127	136	115	135	119	131	138	128	115	121	119
4	3	121	106	108	116	136	129	103	114	110	126	109	125	127
5	4	107	130	117	101	124	108	113	139	112	137	133	105	112
6	5	108	135	132	131	105	125	120	132	116	140	122	131	126
7	6	124	103	119	112	109	118	135	102	127	117	113	113	101
8	7	139	127	139	140	122	127	121	107	139	139	125	133	133
9	8	121	124	126	114	107	117	123	107	113	113	134	111	103
10	9	131	115	134	131	103	104	103	101	117	101	104	137	120
11	10	115	113	112	120	115	114	106	102	103	118	119	115	124
12	11	131	138	106	118	114	101	113	109	119	136	119	102	128
13	12	126	133	137	107	111	121	128	120	140	127	105	108	139
14	13	136	123	107	139	121	136	121	103	120	115	119	102	110
15	14	115	124	116	117	126	105	126	130	103	129	113	116	111
16	15	114	103	115	120	129	138	138	119	110	127	126	108	119
17	16	139	127	113	108	127	109	106	129	134	124	101	109	110
18	17	116	108	123	130	100	106	127	136	112	113	140	129	110
19	18	101	126	139	136	109	123	120	100	119	103	121	107	100
20	19	106	126	117	137	101	112	140	137	133	103	118	132	139
21	20	109	112	132	105	120	126	113	105	127	126	113	136	127
22	21	101	133	111	113	124	118	139	102	123	121	119	107	136
23	22	122	105	118	112	107	111	106	125	138	125	113	113	101
24	23	134	114	131	119	108	103	107	132	101	115	112	124	122
25	24	102	108	103	127	140	102	138	118	104	131	119	129	132
26	25	106	110	104	124	135	118	112	133	133	120	103	121	137
27	26	107	127	117	111	105	116	128	106	117	108	100	119	122
28	27	135	107	121	138	126	102	101	125	109	130	137	108	103
29	28	126	110	128	110	121	135	114	139	139	128	125	111	104

7. ábra: Az adattáblává alakított laktációs egyenlet

4. A felhasználót támogató grafikus felületek (formok)

Ezek használata akkor merül fel hangsúlyozottan, ha a modellt a felhasználó nem ismeri kellőképpen, ezért ezen keresztül kell feltöltenie az adatokat, illetve kiadni a futtatási utasításokat. Esetünkben erre kevésbé volt szükség, pusztán a főbb utasítások szubrutinjait indítottuk innen, az adatok betöltése közvetlenül munkalapra történt.

5. A szimuláció lefuttatását követően az adattáblákból heti vagy havi *állományváltozási*, ebből *takarmányozási*, ezek alapján pedig heti-havi bontású *likviditási terv* készülhet (a heti bontásnak a likviditási terv esetén a havi számlafizetési gyakoriság miatt nincs értelme). Az adatok újabb táblázatokba kerülnek átemelésre, amelyet a 8. ábra szemléltet.

8. ábra: Az állományváltási terv sémája

A modell működésének elvi alapja

A felhasználó a grafikus *form* segítségével kiüríti a modellt, hogy az ne tartalmazzon esetleges korábbi futtatásokból adatot. Ez nagyon egyszerűen elvégezhető egy gombhoz kapcsolt makróval, pl.:

For j = 2 To 16

Sheets(j).Select

Cells.Select

Selection.ClearContents

Sheets(j).Range("A1").Select

Ekkor lényegében minden törlődik az adattáblákból, köztük oszlop és sorazonosítók is. A modell ürítését követően el kell készíteni a naptárt, illetve fel kell tölteni a táblázatokat a sor

és oszlop azonosítókkal. Erre szintén egy szubrutin szolgál, melynek eredménye egy adatok azonosítható formában történő tárolását lehetővé tevő adattábla rendszer, amit a következő ábra szemléltet.

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "szimulacio". The spreadsheet has a grid with columns labeled A through R and rows numbered 1 through 49. The first row (row 1) contains the following data in columns A through R: "Sorszám", "2007.02.25", "2007.03.04", "2007.03.11", "2007.03.18", "2007.03.25", "2007.04.01", "2007.04.08", "2007.04.15", "2007.04.22", "2007.04.29", "2007.05.06", "2007.05.13", "2007.05.20", "2007.05.27", "2007.06.03", "2007.06.10", "2007.06.17". The rest of the grid is empty. The Excel interface includes the menu bar (File, Szerkesztés, Nézet, Beállítások, Formátum, Egységek, Adatok, Ablak, Súgó), the toolbar, and the status bar at the bottom showing "NUM" and "18:26".

9. ábra: Üres adattábla sor- és oszlopazonosítókkal

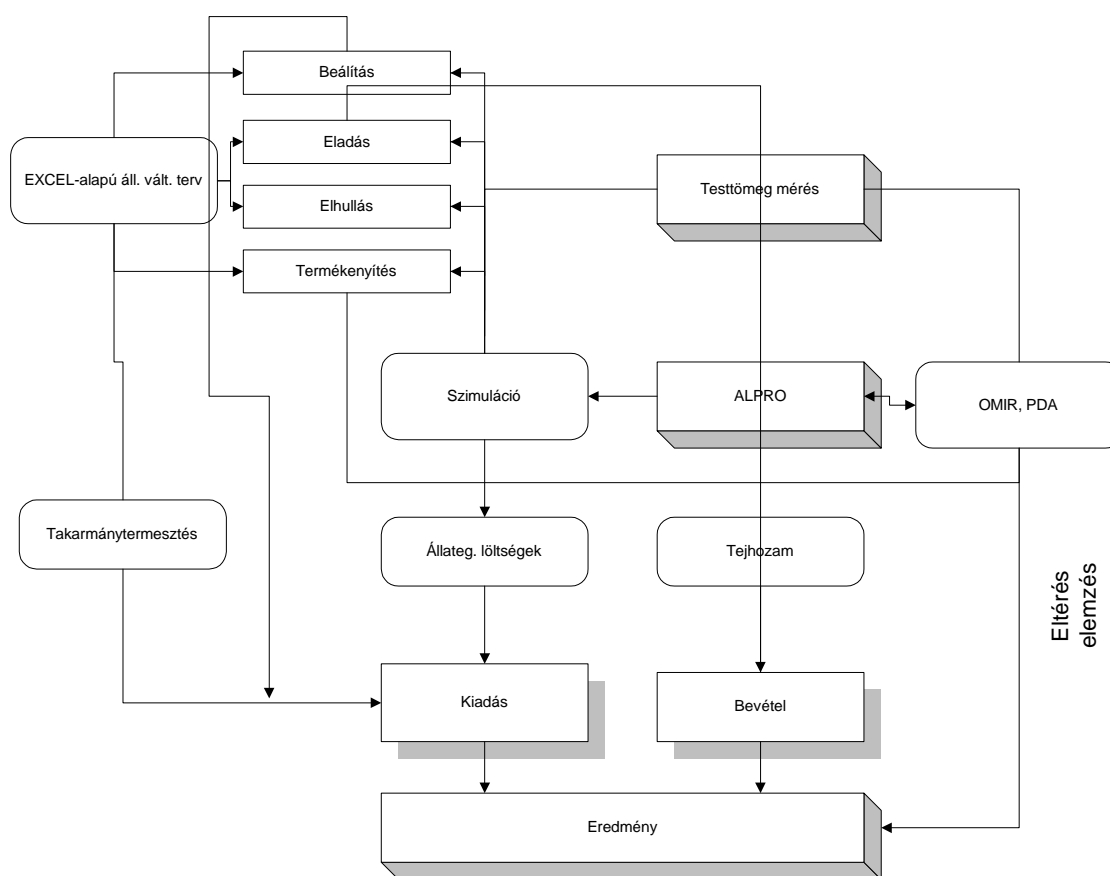
Ezt követően feltöltjük az Excel „*Indulo_allomany*” munkalapját a kiindulási állományadatokkal. Ez a munkalap nem pusztán a kiinduló adatokat tartalmazza, hanem ide kerülnek a szimulációs modul által kiszámolt értékek is. Ennek módja: az aktuális hét eltárolása a tároló táblákban, majd a pillanatnyi állapotból a differencia egyenletek segítségével a következő állapot meghatározása, újbóli tárolás, újbóli kalkuláció, mely folyamat egészen a kívánt szimulációs időtartam alatt ciklikusan folytatódik.

A sikeres futtatást követően az eltárolt adatok összekapcsolásával (sokdimenziós adatbázis) tetszőleges számú vizsgálat végezhető.

A szimulációs modell beillesztése a tervezési rendszerbe

Az állattenyésztés éves tervezése általában a múltból induló tevékenység, melynek során a korábban szokásos állománymozgásokkal kalkulálnak, melyet csak rendkívüli események esetében kell drasztikusan módosítani, például tenyészállomány vásárláskor.

A mérlegmódszer ilyen passzív alkalmazása nem ösztökéli a döntéshozót arra, hogy vizsgálja meg azon szóba jöhető döntési változónak alakulását, melyek hatással lehetnek az ágazat jövedelmére. Ha tisztában is van a döntéshozó a döntési változók hatásaival, gyakorta azt nem a kellő időtartamra vetíti, azaz rövidtávon gondolkodik, míg a szimulációs modell hosszú-távú (stratégiai) gondolkodásmódra ösztönöz. Mindezek miatt a modell a jövőben fontos helyet fog betölteni a Tangazdaság tervezési rendszerében, természetesen az eredmények érvényességének (validitás) folyamatos ellenőrzése mellett. A következő ábra az állattenyésztés jelenlegi tervezési rendszerét mutatja be sematikusán.



10. ábra: Az állattenyésztési ágazat jelenlegi tervezési rendszere

Publikációk

Az OTKA pályázat eredményei közvetlenül beépülnek az oktatásba. Ezt bizonyítja, hogy 2006-ban két egyetemi jegyzet is felhasználta az elért eredményeket:

- Székely Cs.: Gazdasági döntések. Egyetemi jegyzet, NYME Közgazdaságtudományi Kar, 2006.
- Székely Cs.: Az állattenyésztési ágazatok ökonómiája és szervezése. (In: Székely Cs., Takácsné Gy. K.: Vállalatgazdaságtan II. Egyetemi jegyzet, SZIE Gödöllő, 2006.)

Ezen túlmenően angol nyelvű publikáció is megjelent, mely 2005-ben íródott, de 2006-ban került kiadásra:

- Székely Cs.: Development of the management system of entrepreneurial farms. Studies in Agricultural Economics, Budapest Mo. 103., 2005.

A kutatás eredményei közvetlenül felhasználásra kerülnek Györök Balázs „A gazdasági szimuláció alkalmazása az állattenyésztési ágazatok döntés-előkészítésében” című Ph.D. disszertációjában, melynek műhelyi vitája áprilisban várható.

Megvitatás, az eredmények továbbvitele

A kutatás főbb eredményei a következőkben foglalhatók össze:

A szimulációs modell közvetlenül használható a Józsefmajori Kísérleti –és Tangazdaság állattenyésztési döntéseinek megalapozásában. Jól illeszkedik a kialakult tervezési rendszerhez, jól kiegészíti a folyamatos fejlesztés alatt álló OMIR Operatív Menedzsment Információs Rendszert, az adatok cseréje kölcsönös. A módszer nagyban leegyszerűsíti a tejhasznú szarvasmarha tartás éves tervezését, és lehetővé teszi, hogy a rövid távú döntések a hosszú távon optimális stratégiának megfelelően kerüljenek meghozatalra.

Mint már a publikációkból is kiderült, az eredményeket aktívan használjuk, és a későbbiekben még inkább fogjuk használni az oktatásban. A módszer lehetővé teszi, hogy alkalmazásával a hallgatók mélyebben megismerjék az állattenyésztési ágazatok törvényszerűségeit, e téren közvetlen gyakorlatot szerezzenek a nélkül, hogy esetleges rossz döntéseikkel közvetlen károkat okoznának.

Az eredmények továbbvitelének lehetőségei:

Vizsgálatok tárgyát képezi, hogy a módszer hogyan tehető annyira felhasználóbaráttá, hogy az informatikában kevésbé jártas gyakorlati döntéshozók is képesek legyenek alkalmazására. Ehhez mindenképpen szükséges gyakorlatban dolgozó szakemberek bevonása a tesztelésbe, akik tanácsaikkal hozzájárulhatnak a grafikus felület továbbfejlesztéséhez, valamint a számukra érthető rendszerleírás elkészítéséhez.

A modell továbbfejlesztésével lehetőség adódhat telepírányítási rendszerekkel történő összekapcsolásra, mely lehetővé tenné az ilyen rendszerek lényegesen alaposabb beoktatását, valamint azok esetleges tökéletesítését is.