

# MŰHELY

## INFORMATIKAI ALKALMAZÁSOKKAL INTEGRÁLT NÖVÉNYTERMESZTÉSI DÖNTÉSTÁMOGATÓ RENDSZER<sup>1</sup>

ERTSEY IMRE – NAGY LAJOS – BELLON ZOLTÁN ATTILA  
*Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum*

### 1 Bevezetés, előzmények

A növénytermesztési döntéstámogatás gondolata és kutatása, valamint alkalmazása nagy múltra tekint vissza (Tóth 1981, Ertsey 1986). Különösen a számítástechnika fejlődése gyakorolt nagy hatást az operációkutatási módszerekkel támogatott döntéselőkészítésre.

A mezőgazdasági döntések szimulációs módszerrel történő támogatása a 70-es évektől kezdődő CERES modellek kutatásával gyorsult fel, amelynek eredményeként a michigani egyetem programjaként létrejött a DSSAT nevű rendszer, amelynek magyar „változatát”, a 4M szimulációs rendszert használjuk a saját döntéstámogató rendszerünk egyik moduljaként.

A lineáris programozás széleskörű mezőgazdasági alkalmazásának a kezdeti időszakban leginkább a számítógépek kapacitása, illetve a módszer ismeretének hiánya szabott korlátokat. Az 1968-as gazdasági reformot követő vállalati önállóság, és az operációkutatási módszerek oktatásának bevezetése az agrár felsőoktatásban új távlatokat nyitott a módszerek gyakorlati alkalmazása előtt. Az 1970-1980-as években a Tóth József által vezetett debreceni operációkutatási iskola komoly eredményeket ért el az LP-re alapozott, számítástechnikával támogatott tervezési eljárások kidolgozásában és gyakorlati alkalmazásában. A '90-es évek elejétől tapasztalható robbanásszerű számítástechnikai és informatikai fejlődés a döntéstámogatás előtt is új lehetőségeket nyit meg.

Melyek ezek a lehetőségek?

- Az adatfeldolgozás sebessége rendkívüli módon megnőtt
- A számítógépekhez való hozzájutás mindenki számára elérhető
- Az információtechnológiai fejlődés eredményeként nagy mennyiségű információ érhető el

---

<sup>1</sup>Beérkezett: 2002. május 30. e-mail: nagy1@helios.date.hu

- Az intelligens IT eljárásoknak köszönhetően lehetővé vált az informatikai alkalmazások otthoni elérése

Jelenleg több konstrukció is megjelent a piacon, ilyen pl. a Silsoe Farm Modell, amelyet angol kutatók (Bill Day et al.) fejlesztettek ki. Ez modell egy PC-n alapuló tervezői modell, amely a lineáris programozást követi. Mint a lineáris programozási modelleknek általában, ennek is egy növénytermesztési technológiai összehasonlítható adatbázis képezi az alapját.

## 2 Növénytermesztési technológiák

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

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

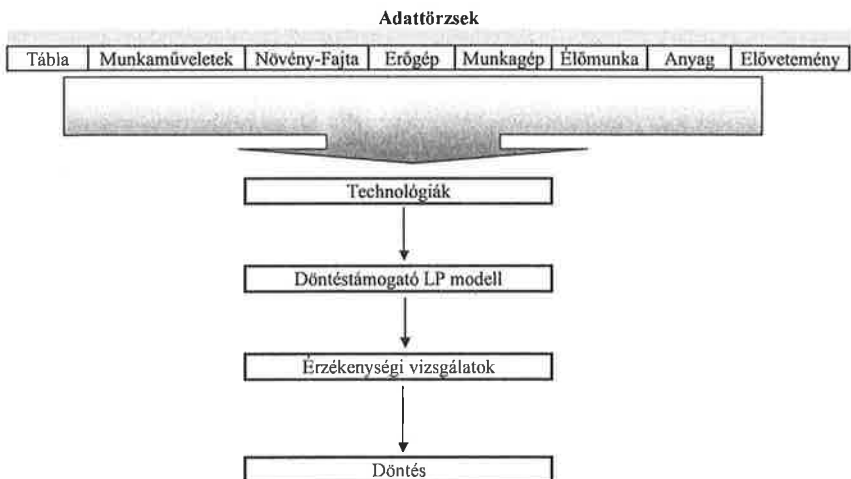
Az előbbi kritériumok tükrében kell kialakítani a föld, az erögépek, a munkagépek, a speciális gépek, a munkaerő, a munkaműveletek, a növények és az elővetemények törzsét. A felsorolt törzsek közötti szakmai kapcsolatok és összefüggések segítségével hozzuk létre az ágazati növénytermesztési technológiai modellt.

Az alábbiakban a teljesség igénye nélkül bemutatunk néhány összefüggést az egyes elemek összekapcsolására. A kutatás egyik iránya a technológiai műveleti kapcsolatok közül azok kiválasztása, amelyek gazdasági értelemben befolyásolják a gazdálkodás eredményességét.

- A föld adattörzsében kiválasztjuk azt a táblát, illetve táblákat, amelyen az adott növényt természeteni fogjuk.
- A táblakiválasztás során figyelembe kell venni azt, hogy az előző évben milyen növényt termesztettünk rajta, a vetésváltás szabályainak betartása érdekében. Így az adott táblához kapcsolnunk kell az elővetemény törzs megfelelő állományát, és a szükséges korrekciós tényezőkből készíteni kell egy ideiglenes táblát. E táblának az eredményét fel kell használni majd a gépi munkák műszakórájának, illetve energiaköltségének korrigálására (pl. tarlómaradványok, vagy lejtős területek művelése esetén), majd a tápanyag-visszapótlás és a növényvédő szerek mennyiségének a meghatározásakor.

- A munkaművelati törzs felhasználásával összeállítjuk a technológiai műveletek sorát, amely eredményeként megkapjuk azt az időkorlátot, amelyet be kell tartani a növény optimális fejlődésének biztosításához.
- A biológiai optimumok ismeretében az egyes műveletekhez hozzákapsoljuk a gépi eszközöket, mégpedig olyan mennyiségben, hogy az adott határidőkre mindig elvégezhetőek legyenek a munkák.
- A gépi üzemórák számának megfelelően, a különböző rakodási és egyéb kiegészítő tevékenységek elvégzéséhez hozzákapsoljuk az élőmunka törzset is az egymás utáni munkaműveletekhez.
- Az anyagok törzsében az egyes műveletekhez szakmai megfontolások alapján kapcsoljuk a műtrágyákat, vegyszereket, egyéb anyagokat, és itt kell bekapcsolni azt a korábban említett korrekciós táblát, amely a terület kultúrállapotától függően szükségessé teheti az egyes anyagfélések kijuttatandó mennyiségének növelését, vagy csökkentését.
- A következő lépésben összefoglaljuk a természetendő növényekre vonatkozó hozamokat és értékesítési árakat, amelyekkel az adott évre tervezhetünk, hogy ezáltal kalkulálhatóvá váljon a gazdálkodás termelési értéke.

A technológiák elkészítése után nyílik mód a döntéstámogató LP modell felépítésére, illetve ezen belül az árnyékárak és a határköltségek elemzésére (1. ábra).



1. ábra A döntés-előkészítés folyamata

A lineáris programozás módszerének alkalmazásával megalapozhatjuk azt a termelési programot, amely legeredményesebben szolgálhatja céljaink elérését. A mezőgazdasági tevékenységet azonban számos olyan tényező befolyásolja, amelyeknek hatása a véletlentől függ (pl. időjárás, kórokozók, kártevők, áringadozások). A vállalatoknak tehát szembe kell nézni a kockázat, a bizonytalanság tényével, sőt tudomásul kell venni, hogy a mezőgazdaságban a véletlenek szerepe nagyobb, mint a gazdasági élet bármely más területén.

A lineáris programozás módszerével számított program a cselekvés bizonyos feltételek közötti optimális variánsát jelenti, vagyis a modell összeállításakor figyelembe vett költség-, ár- és hozam adatok valamint kapacitások függvényében mutatja meg az optimális termelési programot. Ez a valóság bizonyos mértékű leegyszerűsítése, hiszen kizárja a tényezők véletlenszerűen bekövetkező megváltozásának a lehetőségét (Tóth, 1988.).

A véletlen hatások figyelembevételére többféle metodikai lehetőség létezik. A lineáris programozás keretén belül maradván alkalmazhatjuk az érzékenységi vizsgálatokat, és a bizonytalan döntések megalapozására felhasználható matematikai programozási eljárásokat.

Az érzékenységi vizsgálatok arra felelnek, hogy miként hat az optimális programra a kiinduló feltételek és a számszerű adatok valamely módosítása. Az adott kiindulási feltételek teljesülése esetén, a lineáris programozás módszerével képezünk egy optimális programtervet. Ez a termelési eredmény lesz az a variáns, amely optimális feltételek esetén, valamennyi közreható tényező kedvező alakulása mellett valósul meg.

A modell által optimálisnak javasolt termelési programra vonatkozóan elkészítjük az árnyékárak és az ágazatok versenyhelyzetének elemzését. Az elemzés során vizsgáljuk, hogy az adott feltételektől történő eltérések esetén, illetve a kapacitások változtatásakor miként módosulhat az adott gazdasági rendszer működése, illetve annak hatékonysága.

### 3 Integrált rendszer létrehozása

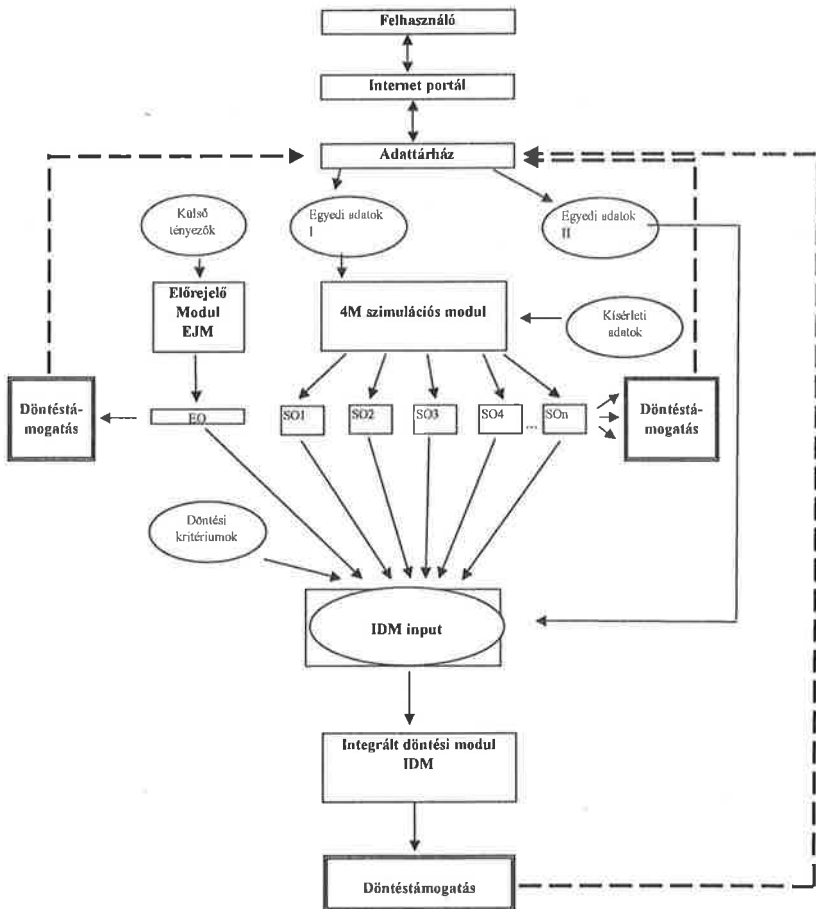
Az előzőekben felvázoltuk, hogy egy jól működő növénytermesztési döntéstámogató rendszer létrehozásához milyen szempontokat kell figyelembe venni, illetve milyen módszereket kívánunk alkalmazni. Azt azonban nem hagyhatjuk figyelmen kívül, hogy a növénytermesztési, talajtani, földműveléstan kutatások során jelentős természetstechnológiai adatbázisok jöttek létre.

Célunk olyan Növénytermesztési Döntéstámogató Rendszer (NDTR) létrehozása, amely a már létező, de egymástól függetlenül működő adatbázisok közötti szerves kapcsolat megteremtésével, a felhasználók adottságaira alapozott szimulációk és matematikai programozási eljárások révén különféle céloknak alárendelt döntési alternatívákat nyújt.

A szimulációs rendszerek alkalmazása a biológiai-gazdasági folyamatok modellezése során nagyon sok előnnyel jár, azonban a helyes változat kiválasztása a nagyszámú kiinduló variáció és a túl sok megoldás miatt nehézkes, vagy lehetetlen és előtérbe kerül a felhasználó szubjektív értékítélete. Ezért fontos,

hogy a termelő „egyedi” adottságaihoz adaptált nagyszámú automatizált szimulációs variánst objektív, rendszerszemléletet biztosító matematikai programozási módszerekkel elemezzük és kiküszöböljük a szimuláció hátrányait. Közben valós körülményeket szimulálva és tetszőleges célok kiválasztását lehetővé téve a folyamat eredményeként optimális megoldásokat nyújtunk. A tervezett rendszer három szinten segít a döntések meghozatalában, a külső tényezők statisztikai elemzésével, a szimulációs modul segítségével és az előbbieken strukturált kimenő adatait elemző Integrált Döntési Modul (IDM) lineáris programozással (2. ábra).

A felhasználó egyedi adatai az adattárházba kerülnek, ahonnan két elemzési útra lépnek tovább. Az egyik út a szimulációs rendszer igényeit elégíti ki, a másik az egyéni sajátosságokat figyelembe vevő —de természetesen a kialakított technológiai sémákba illeszkedő— növénytermesztési technológiák kialakítása.



2. ábra Az informatikai alkalmazásokkal integrált növénytermesztési döntéstámogató rendszer modellje

A szimulációk outputjai megfelelő átrendezés után szintén bekerülnek a technológiákba és így együttesen képezik a lineáris programozási modell input adatait.

Fontos és sarkalatos probléma a lineáris programozási modell méretének és a változók számának a meghatározása és a szimulációs rendszer output adatainak a kiválasztása, hisz a szimulációs rendszer input igénye és outputja a biofizikai jellemzők számításának bonyolultsága és összetettsége révén növényfajtól, környezeti adottságoktól, és technológiai elemektől függően több száz elemből álló információhalmazt nyújt. Minden elem felhasználása részben csökkentené az LP modell megoldhatóságát, másrészt az ökonómiai számításokhoz csak korlátozott számú adatra van szükségünk. E feladat megoldását a racionálisan megtervezett növénytermesztési technológiák jelentik. Ezek alapján —növényfajtól, gazdasági, természeti adottságoktól és a rendelkezésre álló technológiától függően—  $100 \times 100$ -as maximális modellmérettel számolhatunk, amely a változókat tekintve teljes körűen magába foglalja a növénytermesztés technológiai, pénzügyi, beruházási és egyéb (pl. bérmunka) változóit is.

Az ezt követő fázisban történik az LP modell futtatása a döntési kritériumoknak megfelelően, valamint az érzékenységi vizsgálatok elvégzése.

A rendszerben helyet kap még egy úgynevezett előrejelző modul, amellyel az egyes termékekre vonatkozó árelemzéseket végzünk múltbeli összefüggések illetve a tőzsdei árak felhasználásával.

Mindhárom modul önállóan is működik.

Az NDTR műszaki-informatikai szempontból egy 3 szerveres elosztott alkalmazás-rendszer. Az egyes szervereken futó alkalmazások a kutatási terület egyes szakaszaihoz kötődő részfeladatokat látnak el, úgymint:

- a) felhasználói kommunikációs felület és adattárház
- b) szimulációs rendszer (4M)
- c) döntéstámogatási rendszer (IDM).

Az a) szerver koordinálja a rendszer külső és belső működését, fogadja a felhasználói input adatokat és gyűjti az egyéb —nem felhasználói— információkat. Ezeket alkalmas konverzió után átadja a további komponenseknek, elemzés után tárolja és továbbítja a kapott output adatokat, mindeközben biztosítja a rendszer biztonságos működését (hozzáférés-felügyelet és archiválási funkciók révén).

A b) szerveren futó 4M szimulációs modul a kapott —felhasználói input, tárolt, más rendszerből gyűjtött— adatok alapján meghatározza a lehetséges termelési modelleket. Ezek azonban —a rendszer funkcionalitása miatt— további elemzés nélkül nem adnak támpontot a felhasználói döntés meghozatalához, csupán az összes lehetséges alternatívát adják meg.

A c) szerver 4M-től kapott modell-halmazon megadott és tárolt döntési kritériumok alapján meghatározza az optimális termelési modell(ek)e)t, amelyek aztán egyrészt —későbbi elemzések alapját képezve— beépülnek az a) komponens tudásbázisába, másrészt alkalmas formában eljutnak a felhasználóhoz.

A projekt során a 3 alkalmazás-szerver és a szükséges kapcsolat-rendszer kerül kialakításra. Elkészülnek a feldolgozó-kommunikációs-megjelenítési alkalmazások, kidolgozásra kerülnek a kommunikációs folyamatokhoz szükséges adatkonverziós eljárások. A rendszer háttéréül egy 3 szerveres Windows 2000 alapú tartomány szolgál, az adatbázis-kezelési funkciókat az Oracle adatbázis-kezelő rendszer, a szimulációs folyamatokat a DSSAT alapú 4M alkalmazás, a döntési eljárásokat, a statisztikai elemzéseket és az adatbányászati feladatokat az SAS programcsomag statisztikai célú lineáris programozási és Enterprise Miner komponensei végzik. A felhasználói felület —ami lényegében egy Internet portál— kialakítása és a külső információs forrásokból származó automatizált adatgyűjtés a Windows 2000 eszközei mellett az Internet Security and Accelerator Server-re alapul.

A rendszer külső felülete —felhasználói felület és adattárház— két alapvető komponense az adattárház, amelynek célja a strukturált adatbázisok tárolása és a közöttük levő összefüggések adatbányászati eszközökkel történő feldolgozása, illetve az információ-szolgáltató rendszer, egy Internetes portál, az ellenőrzött hozzáférés (címtár-alapú ügyfél-rendszer) és az automatizálható adatszolgáltatás (e-business technológiák, XML) lehetőségével.

Az egyes tematikus ismeretbázisokat és egyéb szolgáltatásokat egy központi hierarchikus címtár (directory) fogja össze. A szolgáltatások tetszőleges szempontok alapján automatikusan kigyűjthetők és az eligazodás megkönnyítésére a megfelelő formában prezentálhatók. A címtár alkalmas a változások, új adatok jelzésére a felhasználók számára, egyéni igények szerint megadott profilok alapján is.

A címtár portálként működik az Internet felől, lehetővé téve a szolgáltatások téma szerinti keresését, és a megfelelő szolgáltatás felé történő egyszerű továbbhaladást. Alkalmas felhasználói azonosításra, minősített —pl. nem ingyenes— szolgáltatások kezelésére is.

Az automatikus keresési, gyűjtési, funkciókat háttérben futó robotok végzik, amelyek alkalmasak a rendszeren kívüli, releváns információk felderítésére és beillesztésére. Ennek érdekében a rendszer nyílt szabványokra épül: felhasználók és a robotok a címtárat azonos módon LDAP (X. 500) protokoll segítségével érhetik el.

A rendszerben a projekt résztvevői a fenti célokat egy növénytermesztési döntéstámogatási rendszer megvalósításán keresztül kívánják bemutatni, de a projekt fejlesztése, illetve elkészülte után újabb területeken is megkezdődhet a rendszer tartalmi feltöltése, más profilú tartalomszolgáltatás és a rendszer szolgáltatásainak igény szerinti bővítése.

## 4 A rendszer alkalmazásával kapcsolatos egyéb feladatok

A rendszer alkalmazása mind a társas, mind a versenyképesen működtethető családi gazdaságok számára alkalmas. Természetesen a birtoknagyság determinálja a használhatóság hatékonyságát. A 100 ha feletti szántóterülettel

rendelkező gazdaságok a rendszer összes előnyét ki tudják használni. Az ennél kisebb területűek elsősorban a szimulációs rendszer lehetőségeit és a technológiákat alkalmazhatják sikeresen.

A teljes rendszert egy informatikai keretrendszer foglalja egységbe, amely lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy akár on-line módon igénybe vehessék a szolgáltatásokat.

Természetesen a megjelenési formának felhasználóbarátnak kell lennie, azonban nem kerülhető ki, hogy a termelők, akik élnek a felkínált lehetőséggel, a rendszer működtetéséhez szükséges operációkutatási alapismeretekkel rendelkezzenek. Ennek érdekében biztosítani kell az ehhez szükséges képzést, ami a növénytermesztési döntéstámogató rendszer alkalmazásával lehetővé teszi, hogy a mezőgazdasági termelésben alacsony szintű informatikai felhasználás, és a döntéstámogatásban elhanyagolt matematikai programozási módszerek a termelés, gazdálkodás sikerét szolgálják. Fentiek miatt a tudásbázisnak mindenképpen a Debreceni Egyetem Agrártudományi Centrumában kell lennie, a terjesztést, marketingmunkát viszont egy erre szakosodott, piacorientált vállalkozásnak kell végeznie.

## Irodalom

1. Csáki - Meszáros: 1981. *Operációkutatási módszerek alkalmazása a mezőgazdaságban*. Budapest. Mezőgazdasági Kiadó. 534. p.
2. Ertsey Imre: 1974. *A lineáris programozás alkalmazása a termelőségvetkezetek távolati fejlesztési tervének készítésében*. Doktori értekezés kézirat. Debreceni Agrártudományi Egyetem, 134 p.
3. Ertsey Imre: 1986. *A növénytermelési technológiák ökonómiai vizsgálata a gépkapcsolatok és az ágazattársítás függvényében*. Kandidátusi értekezés. Debrecen. 180 p.
4. Ertsey Imre: 1986. Some methodological problems of modelling crop production. *Bulletin for Applied Mathematics* XLIII. köt.
5. Ertsey-Dinya-Iványi-Szelény: 1983. *Ágazattársítási modellek a szántóföldi növénytermesztésben*. Szerk. Szabó J. Budapest. Mezőgazdasági Kiadó. 240 p.
6. Ertsey-Kárpáti: 1981. *Növénytermesztési ágazatok számítógépes interaktív tervezési-elemzési rendszere*. XI. Magyar Operációkutatási Konferencia előadaskivonatai. Miskolc.
7. Ertsey-Tóth: 1985. **The application of an automated technological planning system and linear programming in the foundation of decisions relating to the utilization of machines**. *Bulletin for Applied Mathematics* XXXVIII. köt.
8. Hanks, R. J. and Ritchie, J.T. (eds.) 1991. Modelling plant and soil systems. *Agronomy* No. 31.
9. Harnos Zsolt: 1995. *Az agrárgazdálkodást támogató informatikai és döntéstámogató rendszer*. "AGRO-21" füzetek 1995. 8. 3-14. p.
10. Herdon Miklós: 1983. *Software támogatás lineáris programozási modellek létrehozására és kezelésére*. Számítástechnika alkalmazása a mezőgazdaságban Konferencia. Agrártudományi Egyetem. Debrecen. 40-44. p.
11. Jame, Y. W. and Cutforth, H. W. 1996. Crop growth models for decision support systems. *Can. J. Plant Sci.* (In press January 1996).



12. Jones, J. W. 1993. Decision Support Systems for agricultural development. In: F.W.T. de Vries, P. Teng and K. Metsellaar (eds.) *System Approach for Agricultural Development*. 459–471. Kluwer Academic Publisher.
13. Pitlik–Pásztor–Popovics: 1998. *Tanulmány a Magyarországi Integrált Mezőgazdasági Információs Rendszer megvalósítására*. Agroconsult Kft., Gödöllő.
14. Podmaniczky–Illés: 1997. *Gazdasági Szaktanácsok* No. 12, A számítógépes tervezés lehetőségei a mezőgazdaságban, PATE Georgikon MGK Nyomdaüzeme, Gödöllő.
15. Szenteleki Károly: 1999. Döntéstámogatási módszerek a mezőgazdaságban, *Agrárinformatika '99*, Debrecen. Internet: <http://www.date.hu/rendez/ia99/kiadvany/pdj/e01.pdf>
16. Tóth József: 1981. *Mezőgazdasági vállalatok automatizált tervezése*. Budapest. Mezőgazdasági Kiadó, 245 p.
17. Tsiji, G. Y., Uehara, G. and Balas, S. (eds.) 1994. *DSSAT: A Decision Support System for Agrotechnology Transfer*. Version 3. Volume 1, 2, and 3. University of Hawaii, Honolulu, Hawaii.

