

Volume 12 No 2 2008
ISSN 1418-1789

Acta Agraria Kaposváriensis



Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár



Acta Agraria Kaposváriensis

Az Acta Agraria Kaposváriensis évente több alkalommal megjelenő tudományos folyóirat, amely eredeti tudományos közleményeket, kutatási eredményeket, kritikai összefoglalókat, konferenciákról beszámolókat, könyvismertetéseket és szerkesztőhöz küldött leveleket közöl a mezőgazdaság, elsősorban az állattenyésztés és az állati termék előállítás minden területéről.

Acta Agraria Kaposváriensis is a scientific journal published several times a year, containing original scientific reports, research results, critical resúms, conference reviews, book reviews and letters to the editor related to topics within the field of agricultural science, particularly that of animal breeding science.

Főszerkesztő
Editor in chief

Dr. Csapó János D.Sc...... egyetemi tanár

Szerkesztő
Editor

Stanics Juditvegyész technikus

Szerkesztőbizottság
Editorial board

Dr. Babinszky László Ph.D...... egyetemi tanár
Dr. Csató László C.Sc. egyetemi docens
Dr. Csukás Béla C.Sc. egyetemi docens
Dr. Kalmár Sándor C.Sc. egyetemi tanár
Dr. Kovács Melinda C.Sc. egyetemi tanár
Dr. Lengyel Attila C.Sc. egyetemi tanár
Dr. Stefler József C.Sc. egyetemi tanár
Dr. Sütő Zoltán Ph.D. egyetemi docens
Dr. Szakály Zoltán C.Sc. egyetemi docens
Dr. Szendrő Zsolt D.Sc. egyetemi tanár

Volume 12 No 2 2008
ISSN 1418-1789

Acta Agraria Kaposváriensis



Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Kaposvár
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science, Kaposvár



Szerkesztőség
Editorial office

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science

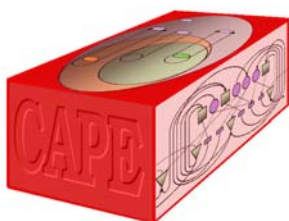
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.
Tel.: 36-82-314-155, 505-800, 505-900; fax: 36-82-321-749
e-mail: csapo@mail.atk.u-kaposvar.hu

Kiadja és terjeszti a
Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar
Published and distributed by
University of Kaposvár, Faculty of Animal Science
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
Készült 150 pld.-ban,
150 copies produced

Felelős kiadó
Responsible for publication
Dr. Holló István C.Sc.
egyetemi tanár
university professor
dékán
Dean of Faculty

Kaposvár, 2008

KAPOSVÁRI EGYETEM
GAZDASÁGTUDOMÁNYI KAR
INFORMATIKA TANSZÉK
MATEMATIKA ÉS FIZIKA TANSZÉK
ÁLLATTUDOMÁNYI KAR
ALKALMAZOTT INFORMATIKAI SZOLGÁLTATÓ TUDÁSKÖZPONT



VII. ALKALMAZOTT INFORMATIKA KONFERENCIA

(A kötetben a konferencián elhangzott előadások kibővített, lektorált változatait közöljük)

Szerkesztette: Barna R.

Kaposvári Egyetem
Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

2008. május 23. péntek

A kiadvány a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal
támogatásával valósult meg.

 **Apponyi Albert Program**



A VII. ALKALMAZOTT INFORMATIKA KONFERENCIA VÉDNÖKEI

Kaposvári Egyetem

Babinszky László egyetemi tanár, a Kaposvári Egyetem rektora
Holló István egyetemi tanár, a Kaposvári Egyetem Állattudományi Karának
dékánja
Balogh László egyetemi docens, a Kaposvári Egyetem Gazdaságtudományi Karának
dékánja

PROGRAMBIZOTTSÁG

elnök: Csukás Béla, Kaposvári Egyetem, Informatika Tanszék

tagok: Bánkúti Gyöngyi, Kaposvári Egyetem, Matematika és Fizika Tanszék
Benczúr András, Eötvös Loránd Tudományegyetem,
Információs Rendszerek Tanszék
Bogner Péter, Kaposvári Egyetem, Egészségtudományi Centrum
Cserny László, Dunaujvárosi Főiskola, Informatikai Intézet
Dobay Péter, Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar
Friedler Ferenc, Pannon Egyetem, Műszaki Informatikai Kar
Herdon Miklós, Debreceni Egyetem, ATC AVK Gazdasági- és
Agrárinformatikai Tanszék
Jereb László, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Híradástechnikai Tanszék
Raffai Mária, Széchenyi István Egyetem, Informatika Tanszék
Remetey-Fülöpp Gábor, HUNAGI
Sarudi Csaba, Kaposvári Egyetem
Sima Dezső, Budapesti Műszaki Főiskola,
Neumann János Informatikai Főiskolai Kar

SZERVEZŐBIZOTTSÁG

elnök: Ulbert Zsolt

tagok: Bálint Jánosné	Barna Róbert
Klingné Takács Anna	Kun József
Szabó György	Walter Imola

A KONFERENCIA TÁMOGATÓI

Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal, 1117 Budapest, Neumann J. u.1/c.
SAS Institute Kft., 1122 Budapest, Határőr u. 36.
Fornetti Pannon Kft., 7275 Igal, Szántódi u. 1.

A kéziratokat lektorálták:

Abonyi János, egyetemi docens
Balogh Sándor, tudományos segédmunkatárs
Bánkuti Gyöngyi, egyetemi docens
Barna Róbert, egyetemi adjunktus
Berke Szilárd, egyetemi adjunktus
Bokor Árpád, egyetemi tanársegéd
Borbély Csaba, egyetemi docens
Borgulya István, egyetemi docens
Csatai Rózsa, egyetemi docens
Cselők László, főiskolai docens
Cser László, egyetemi tanár
Csukás Béla, egyetemi docens
Farkas János, egyetemi adjunktus
Gáspárné Dr. Vér Katalin, egyetemi docens
Geszi Szilárd, egyetemi adjunktus
Honfi Vid, egyetemi adjunktus
Kovács János, egyetemi docens
Kovács Teréz, egyetemi docens
Kövér György, egyetemi docens
Lakner Rozália, egyetemi docens
Lehőcz Gábor, oktatási igazgató
Lukács Aurél, egyetemi tanársegéd
Romvári Róbert, egyetemi tanár
Stefler József, egyetemi tanár
Stettner Eleonóra, egyetemi docens
Szabó György, főiskolai adjunktus
Szakály Zoltán, egyetemi docens
Szatmári Ferenc, főiskolai adjunktus
Tamás János, egyetemi tanár
Ulbert Zsolt, egyetemi docens

TARTALOM

<i>Tettamanti T., Luspay T., Varga I.</i> Összehangolt autópálya-forgalomirányító rendszer vizsgálata zárt hurkú mikroszimulációs környezetben.....	1
<i>Dudás L.</i> Fogaskerék geometriai kutatások a Surface Constructor kinematikai modellező rendszer felhasználásával	11
<i>Dobos L., Németh S., Abonyi J.</i> Termékváltás optimalizálás modell prediktív szabályozók segítségével	25
<i>Berecz A., Johanyák Zs. Cs.</i> Kétlépéses szabály-interpolációs módszerek áttekintése	39
<i>Kaczur S.</i> Számítógépes szimuláció alkalmazása a mesterséges intelligencia területén	53
<i>Borgulya I.</i> Egy memetikus algoritmus a járatszervezési problémára	59
<i>Fabulya Z., Bánkuti Gy.</i> Adatelőkészítés, elemzés húskonzervgyártás gázfogyasztásának modellezéséhez.....	71
<i>Szatmári F.</i> Az ERP rendszerek és a kontrolling informatikai támogatása	83
<i>Lehőcz G.</i> Középméretű vállalatirányítási rendszerek elemzése.....	97
<i>Kratafila M.</i> Igény vezérelt termelésirányítás számítógépi modellezése	107
<i>Némethné Tömő Zs.</i> Marketing információs rendszerek ismertsége és használata a gyakorlatban.....	121
<i>Pitlik L., Zilahi-Szabó M. G.</i> Konzisztenciára törekvő benchmarking, avagy mezőgazdasági üzemek összehasonlító elemzése.....	137
<i>Sándor T., Lönhárd M., Takács Zs., Pályi B.</i> Elektronika és informatika alkalmazása növényvédő gépeken	149
<i>Csák M., Hegedűs G., Horváth Z.</i> Az SFD mérésként való alkalmazhatósága a burgonyanemesítési kutatásokban.....	165

<i>Barna R., Sugár L.</i> A gímszarvas mennyiségének és minőségének vizsgálata 1970 és 2006 között korcsoportos populáció-dinamikai modell segítségével Somogy megyében	177
<i>Mizseiné Nyíri J.</i> A csereérték jelentősége a birtokrendezésben.....	185
<i>Harkányiné Székely Zs., Benő D., Punner A., Katona A.</i> Régészeti térinformatikai alkalmazás a Csörsz-árok példáján	203
<i>Honfi V., Horváthné Kovács B.</i> Település szintű adatok elemzése dinamikus mutatókkal GIS adatbázis alapján	221
<i>Kövér Gy., Bázár Gy.</i> Grafikus felhasználói felület NIR spektrumok statisztikai kiértékeléséhez	227

Contents

<i>T. Tettamanti, T. Luspay, I. Varga</i> Examination of coordinated freeway management system in closed loop microsimulation environment	1
<i>L. Dudás</i> Investigations of Gears Geometry Using the Surface Constructor Kinematical Modelling System	11
<i>L. Dobos, S. Németh, J. Abonyi</i> Optimization of Product Grade Transition by Model Predictive Control	25
<i>A. Berecz, Zs. Cs. Johanyák</i> Survey on two-step fuzzy rule interpolation methods.....	39
<i>S. Kaczur</i> Computer simulation examples for teaching of searching methods in the section of artificial intelligence	53
<i>I. Borgulya</i> A memetic Algorithm for the Capacitated Vehicle Routing Problem.....	59
<i>Z. Fabulya, Gy. Bánkuti</i> Data preparation and analysis for modelling of gas consumption of production of canned meat	71
<i>F. Szatmári</i> Integral Enterprise Resource Planning (ERP) and the informatics support of “Controlling” (OLAP-Technologies).....	83
<i>G. Lehőcz</i> Analysis of Middle-size Enterprise Resource Planning Systems.....	97
<i>M. Kratafila</i> Computer Simulation of Demand Controlled Production.....	107
<i>Zs. Némethné Tömő</i> Known and using of marketing information system in practice.....	121
<i>L. Pitlik, M.G. Zilahi Szabó</i> Consistency-oriented benchmarking or comparing agricultural enterprises	137
<i>T. Sándor, M. Lönhárd, Zs. Takács, B. Pályi</i> Electronics and information technology applications for plant machinery	149
<i>M. Csák, G. Hegedűs</i> The SFD opportunity of applicable in a potato improvement research.....	165

<i>R. Barna, L. Sugár</i> Quantitative and qualitative analysis of red deer in Somogy county between 1970 and 2006 using an age group population dynamic model.....	177
<i>J. Mizseiné Nyiri</i> The Land Equivalent Ratio as an Element of Land Consolidation	185
<i>Zs. Harkányiné Székely, D. Benő, A. Prunner, A. Katona</i> Geoinformatical archeological application (Csörsz-ditch).....	203
<i>V. Honfi, B. Horváthné Kovács</i> Analysing settlement level data with dynamic indicators based on GIS database	221
<i>Gy. Kövér, Gy. Bázár</i> A Graphical User Interface for Statistical Evaluation of NIR Spectra.....	227



Összehangolt autópálya-forgalomirányító rendszer vizsgálata zárt hurkú mikroszimulációs környezetben

Tettamanti T., Luspay T., Varga I.

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésmérnöki Kar, Közlekedésautomatika Tanszék,
1111 Budapest, Bertalan Lajos utca 2.

ÖSSZEFOGLALÁS

A publikációban dinamikus autópálya-forgalomirányítási stratégia bemutatására kerül sor. A módszer alkalmazásával javítható a gyorsforgalmi utak kapacitáskihasználása, ill. lassítható vagy akár elkerülhetővé tehető a torlódások kialakulása. A rendszer összehangolva működtet két különböző, külföldön már gyakorlatban is alkalmazott szabályozási módszert: felhajtó-korlátozást és változtatható sebességkorlátozást. A felhajtás-korlátozó egy LQ szabályozó. A változtatható sebességkorlátozó pedig egy kapcsoló szabályozás. A rendszert zárt hurkú mikroszimulációs környezetben teszteltük. A szimulációs eredmények egyértelműen igazolják az összehangolt szabályozás hatékonyságát és bizonyítják alkalmazhatóságát.

(Kulcsszavak: autópálya forgalomirányító rendszer, LQ szabályozás, kapcsoló szabályozás, mikroszkopikus forgalomszimuláció)

ABSTRACT

Examination of coordinated freeway management system in closed loop microsimulation environment

T. Tettamanti, T. Luspay, I. Varga

Budapest University of Technology and Economics, Faculty of Transportation Engineering
Department of Transportation Automation, H-1111 Budapest, Bertalan Lajos utca 2.

This paper investigates dynamic freeway traffic management strategy. Using this method the capacity of freeways can be ameliorated and the evolution of traffic congestions reduced or as well avoided. The system operates two different control methods in a coordinated way - ramp metering and variable speed control – which are already in use in many countries. The ramp metering is an LQ control design. The variable speed limit control is a switching control. The system was tested in a closed loop microsimulation environment. The simulation results clearly prove the effectiveness and the practical applicability of the coordinated strategy.

(Keywords: freeway traffic management system, coordinated control, LQ control, switching control, microscopic traffic simulation)

BEVEZETÉS

A motorizációs ráta folyamatos növekedése világszerte megfigyelhető jelenség. Az egyre gyakoribb közúti torlódások számos közvetlen és további externális hatások megjelenéséhez vezetnek. Az ebből kialakuló, áttételesen megjelenő költségek pedig a

társadalom egészét terhelik. A közúti közlekedés progresszív növekedési folyamatát természetesen nem lehet megakadályozni, így a probléma megoldására leginkább két lehetőség kínálkozik: újabb közúti pályák építése, illetve a forgalomszabályozás. Az infrastruktúrabővítés azonban rendkívül drága megoldás, ráadásul bizonyos helyeken hely hiányában meg sem valósítható. A forgalomszabályozás ezzel szemben viszonylag olcsó és hatékony módszer.

Számos stratégia és módszer került kidolgozásra az elmúlt évtizedben az autópálya forgalomszabályozás témakörében (*Bellemans et al.*, 2002; *Chu and Yang*, 2003; *Papageorgiou et al.*, 2003). Az eddig kidolgozott technikák általában egy-egy szabályozási módszeren alapulnak. A különböző algoritmusok összehangolt működtetésével azonban tovább fokozható az irányítás hatásfoka, ami a gyorsforgalmi utak esetében a kapacitáskihasználás megnövelését jelenti leginkább.

A szabályozás hatékonyságának vizsgálatához, és a felhasznált elmélet igazolásához a rendszer modellezésére és szimulációjára volt szükség. Ehhez egy zárt hurkú mikroszimulációs keretrendszert hoztunk létre. Így a forgalmi modell és a szabályozók is egy személyi számítógépen belül kerültek megvalósításra.

A szimulációs eredmények jól reprezentálják az összehangolt irányítási stratégia hatékonyságát.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Felhasznált szabályozási módszerek (felhajtó-korlátozás, változtatható sebességkorlátozás)

A felhajtó-korlátozás lényegében az autópályára felhajtani szándékozó járművek szabályozását jelenti (*Kachroo and Krishen*, 2000; *Sun and Horowitz*, 2005). Az autópályán elérhető maximális forgalomnagyság biztosítása érdekében, a felhajtókon hagyományos, kétfogalmú jelző berendezéssel (*1. ábra*) szabályozható a beáramló járművek száma.

1. ábra

Felhajtó-korlátozás



Figure 1. Ramp metering

A módszer alkalmazásával ugyan megnőhet a várakozási idő, és sor is kialakulhat, ám a feltartott járművek a felhajtás után, illetve általában véve az autópálya hálózatot használók számos előnyhöz jutnak.

Az összehangolt rendszerben a felhajtás-korlátozó szabályozó egy LQ optimális irányítási probléma megoldását jelenti (Diakaki et al., 1999).

2. ábra

Az autópálya felhajtó diszkrét értékekkel

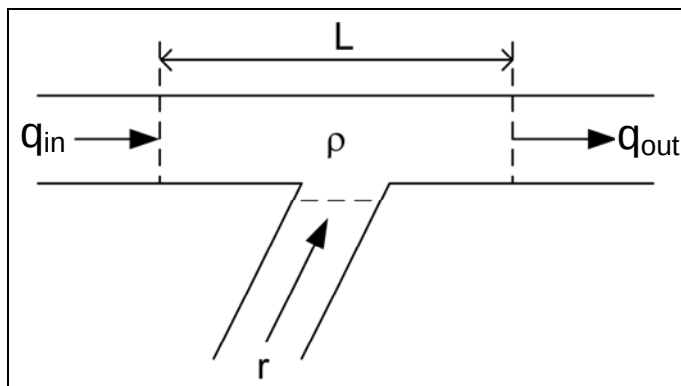


Figure 2. Ramp with discrete parameters

A 2. ábrán látható szakaszra felírható diszkrétidejű megmaradási egyenlet:

$$\rho(k+1) = \rho(k) + \frac{T}{L} [q_{be}(k) - q_{ki}(k) + r(k)] \quad (1)$$

Ahol:

$\rho \left[\frac{\text{egységjármű}}{\text{km}} \right]$ forgalomsűrűség

k diszkrét időperiódus,

T [sec] periódusidő,

L [m] szakasz hossz,

$r \left[\frac{\text{egységjármű}}{h} \right]$ felhajtó járművek,

$q \left[\frac{\text{egységjármű}}{h} \right]$ be- és kilépő forgalom nagyság.

A fenti állapotegyenlet (modellegyenlet) azonban nem lineáris. Így linearizálás végrehajtására van szükség, amit egy állandósult állapotbeli munkapont körül végzünk el. A munkapont a $q_{be,d}$, ρ_d , r_d értékekkel írható le, ahol d index az (desired) elérendő optimális értéket jelöli. A linearizáláshoz további ún. centrális változókat kell bevezetni:

$$\Delta \rho = \rho - \rho_d,$$

$$\Delta q_{be} = q_{be} - q_{be,d},$$

$$\Delta r = r - r_d.$$

A centralizált változókból $\rho(k)$, $r(k)$, $q_{be}(k)$ értékeit kifejezve, és a modellegyenletbe visszaírva kapjuk a következő egyenletet:

$$\rho(k+1) = \rho(k) + \frac{T}{L}[q_{be,d} + r_d - Q(\rho(k)) + \Delta q_{be}(k) + \Delta r(k)] \quad (2)$$

A választott munkapont körül linearizált állapotegyenlet így:

$$\Delta \rho(k+1) = A\Delta \rho(k) + B\Delta r(k) + B\Delta q_{be}(k) \quad (3)$$

Ahol:

$$A = 1 - \frac{T}{L}Q(\rho_d),$$

$$B = \frac{T}{L}$$

Az LQ irányítási feladat megfogalmazása a fentiek alapján:

$$J = \sum_{k=0}^{\infty} [Q\Delta \rho(k)^2 + R \cdot \Delta r(k)^2], \quad (4)$$

$R = 0.1$ és $Q = 1$ súlyozó mátrixok

Mint ismeretes az LQ probléma megoldása a J költségfüggvény minimalizálását jelenti. A felhajtó-korlátozó szabályozás esetén ezt az alábbi feltételek kielégítése mellett tehetjük:

- az állapotegyenlet kielégítése,
- $\Delta q_{be}(k) = 0$.

A feladat megoldása a diszkrét idejű algebrai Ricatti-egyenletből adódik:

$$A^T P A - P + Q - (B^T P A)^T (R + B^T P B)^{-1} (B^T P A) = 0 \quad (4)$$

A P kiszámítása után felírható a stabilizáló K állapot-visszacsatolás:

$$K = (R + B^T P B)^{-1} (B^T P A) \quad (5)$$

A K felhasználásával megfogalmazható a felhajtó ág irányítási szabálya:

$$r(k) = r_d - K[\rho(k) - \rho_d] \quad (6)$$

Az $r(k)$ a ciklusonkénti beengedhető forgalomnagyságot adja meg, amiből pedig már közvetlenül számítható a felhajtó-korlátozó lámpa zöldidejének hossza.

A szabályozáshoz felhasználtuk továbbá a változtatható sebességekörlátozást, mint autópálya forgalomszabályozási módszert (3. ábra).

Ez a szabályozás azon alapul, hogy az átlagsebesség csökkentésével egyidejűleg a követési távolságok is rövidülnek. Így amennyiben redukáljuk az autópályán megengedett maximális sebességhatárt, a járműsűrűség értéke megnő. Sűrűsödő forgalmi viszonyok esetén ezzel a módszerrel megakadályozható, rosszabb esetben lassítható a torlódás kialakulása, mivel a lassú vagy lassabb haladás még mindig hatékonyabb, illetve pszichológiailag is jobb hatással van a járművezetőkre, mint bármilyen torlódás, amely gyakori fékezéssel, elindulással jár.

Az összehangolt rendszerben a sebességhatárolást egy kapcsoló szabályozó vezérli. Működését a 4. ábra szemlélteti.

3. ábra

Változtatható sebességhatárolás



Figure 3. Variable speed limit

4. ábra

A különböző sebességekhez tartozó fundamentális diagramok

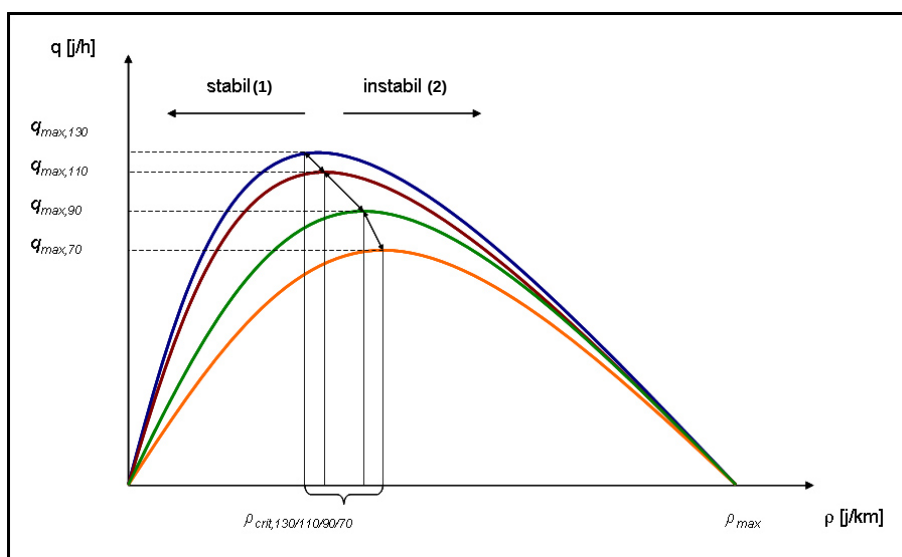


Figure 4. Fundamental diagrams which belong to the different speed limits

Stable(1), Unstable(2)

A szabályozó 70, 90, 110 és 130 [km/h]-ás sebességhatárokat tud kijelezni. Folyamatos mérések alapján igyekszik a forgalmat a fundamentális diagram stabil tartományában tartani (Siebel and Mauser, 2005). Amikor a forgalom eléri az adott szabadáramlási sebességhez tartozó kritikus értéket (a fundamentális diagram maximumát), a kijelzendő kisebb sebességgel „átkapcsolunk” az egyel alatta lévő diagramra. A kisebb sebességhatárok beiktatásával a forgalom stabil tartománya kiterjeszthető.

Az összehangolt szabályozás

A összehangolt szabályozásban az eddig bemutatott irányítási módszereket kapcsoltuk össze. A kapcsoló szabályozó az irányítandó autópálya szakasz megfigyelése alapján minden ciklusban meghatározza ($T=60$ [sec]) a forgalom stabilitását. A szabályozó a mért értékektől függően vagy tartja a megelőző sebességkorlátozó jelzést, vagy új sebességkorlátozást jelez ki. Ahhoz, hogy összehangolt legyen a rendszer, a kapcsoló szabályozó által felhasznált kritikus forgalomsűrűséget az LQ alapú felhajtó-korlátozónak is fel kell használnia a megfelelő beengedési arány kiszámításához. A rendszer működését az 5. ábra szemlélteti.

5. ábra

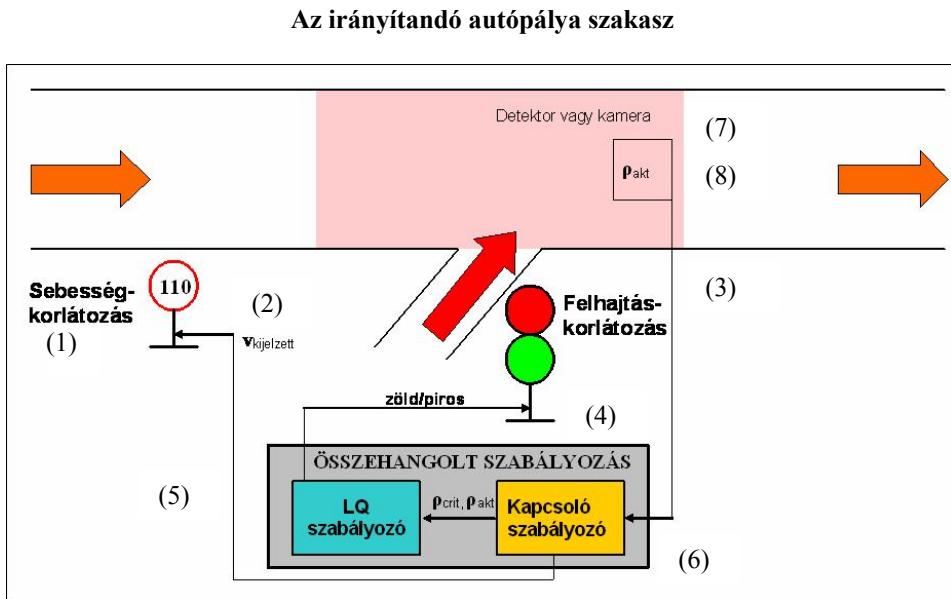


Figure 5. The controlled freeway stretch

Speed limit(1), $v_{signaled}$ (2), Ramp metering(3), Coordinated control(4), LQ control(5), Switching control(6), Detector/camera(7), v_{act} (8)

A forgalom modellezése a VISSIM (VISSIM 4.10 User Manual, 2005) mikro-szimulációs szoftver alkalmazásával történt (Sun and Horowitz, 2005, 2006). Az alkalmazott szabályozási algoritmusok komplexitása külső program alkalmazását is szükségessé tették. Így került a modellezési folyamatba a MATLAB tudományos-matematikai szoftver is, amely különösen jól alkalmazható modern irányításelmélet alapú problémák megoldásához.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Zárthurkú közúti szimulációs rendszer

Az összehangolt irányítási stratégia vizsgálatához, teszteléséhez egy gyorsforgalmi hálózatrész modellezésére, valamint a tervezett irányítórendszerek működési modelljének megalkotására volt szükség. A modellezési lépések során sikerült egy olyan zárthurkú közúti szimulációs keretrendszert létrehozni, amely bármilyen más hálózat, ill. szabályozó rendszer modellezésének alapjául is szolgálhat.

A VISSIM forgalom-szimulációs program és a MATLAB közötti kommunikációt indirekt módon sikerült megvalósítani, mivel a VISSIM-mel „kívülről” csak COM felületen lehet kommunikálni (Roca., 2005). A szoftverek közötti kapcsolat vezérlésére így egy külön alkalmazás megírására volt szükség, amelyet Microsoft Visual C++ programnyelven készítettünk el. Az így kialakított zárthurkú szimulációs rendszert a 6. ábra szemlélteti.

6. ábra

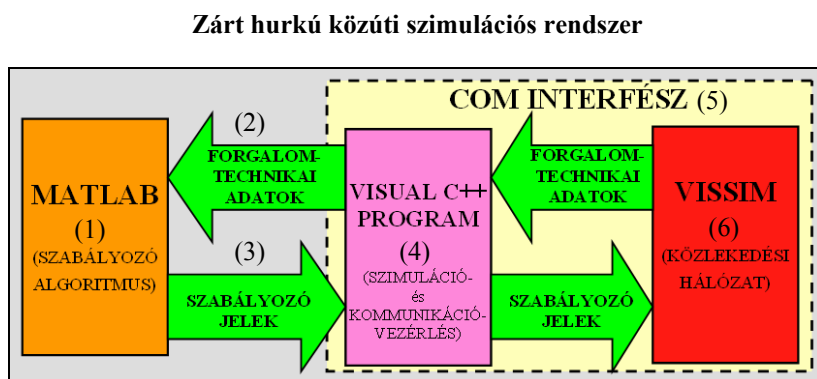


Figure 6. Closed loop road traffic simulation system

Control algorithm(1), Traffic data(2), Control input(3), Control of simulation and communication(4), COM interface(5), Traffic network(6)

A zárthurkú rendszer működése során a vezérlő program hozzáfér a VISSIM-ben futó szimuláció forgalomtechnikai adataihoz (forgalomsűrűség, átlagsebesség, jelzők állapota, stb.). A mért adatok a számítógép memóriájába kerülnek, hogy azok a MATLAB számára is elérhetőek legyenek. A szabályozási algoritmus lefutása után előállnak a hálózat számára létrehozott szabályozó jelek (fázisidők), amiket a MATLAB szövegfájlba helyez. A C++ alkalmazás pedig COM interfészen keresztül az új fázisidőknek megfelelően módosítja a forgalomirányító berendezések fázisterveit.

Szimulációs eredmények

A szabályozás eredményességének releváns vizsgálatához három különböző esetet szimuláltunk:

- forgalomáramlás szabályozás nélkül,
- forgalomáramlás felhajtás-korlátozó alkalmazásával,
- forgalomáramlás összehangolt felhajtó- és változtatható sebességhatározás esetén.

A szimulációs eredmények igazolják azt a feltevést, hogy a változtatható sebességkorlátozás és a felhajtó-korlátozás kombinálásával kialakított összehangolt szabályozórendszer nagyban javítja az autópálya forgalomlefolását nem csak a kontrolálatlan, de még az egyedi szabályozáshoz képest is. A rendszerből kiáramló forgalomnagyság értéke több mint 10%-kal emelkedik (7. ábra).

7. ábra

A kihaladó forgalomnagyság változása

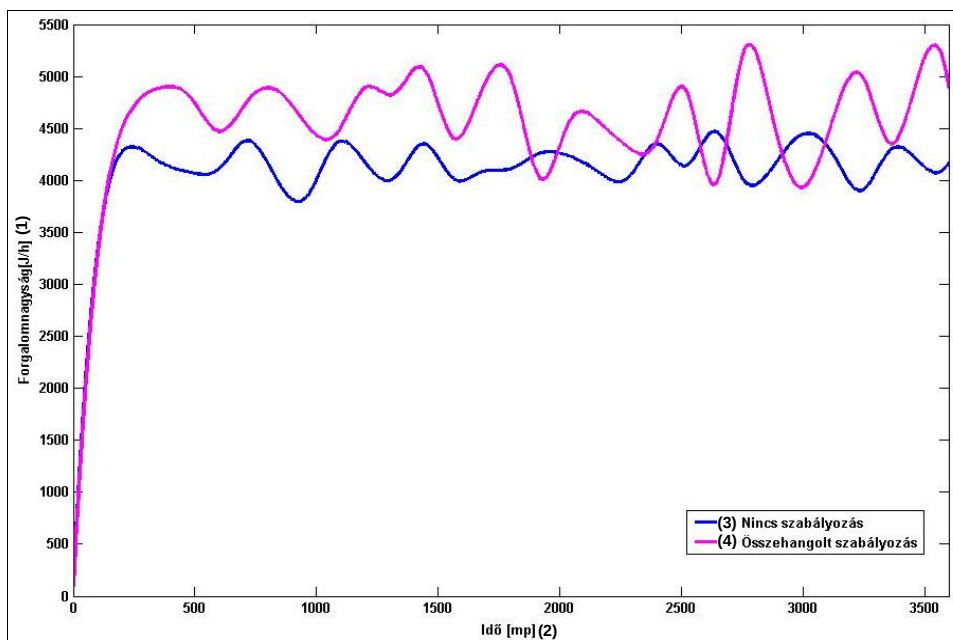


Figure 7. Leaving traffic volume

Traffic volume [veh/h](1), Time [sec](2), No control(3), Coordinated control(4)

A forgalomnagyságon túl a többi lényeges forgalomtechnikai paraméter is javulást mutat a rendszer alkalmazásakor (1. táblázat).

Az összehangolt szabályozás másik nagy előnye az áteresztőképesség növelése mellett az adaptivitási képesség, amivel ki tudja kompenzálni az esetleges nagyobb forgalomhullámzásokat is. Ezáltal egy simább forgalomlefolást lehet elérni, ami a balesetveszély csökkenéséhez is nagyban hozzájárul.

KÖVETKEZTETÉSEK

A felépített rendszer megfelelően reprezentálja a szabályozás működését, és bizonyítja alkalmazhatóságát, amely jelentősen javítaná az autópályák hatékonyabb kapacitáskihasználását, és jó kiindulási alapja lehet bármilyen más hasonló célú fejlesztésnek.

1. táblázat

Szimulációs eredmények

Szabályozási forma (1)	q_{ki} [J/h]	v [km/h]	TTT [h]	n [db]
Nincs szabályozás (2)	4154	34	170	2.8
Felhajtó-korlátozás (3)	4514 (+8,6%)	46 (+35%)	143 (-16%)	1.3 (-50%)
Összehangolt felhajtó- és változtatható sebességek korlátozás (4)	4581 (+10%)	50 (+47%)	137 (-19%)	1.1 (-60%)

q_{ki} : a kiáramló forgalom nagyság (traffic volume); v : átlagsebesség (average speed); TTT : összes utazási idő (Total Travel Time); n : átlagos megállások száma (average number of stops); a %-os változás a szabályozatlan esethez viszonyítva értendő (the results in % show the variations compared to the non-controlled cases)

Table 1. Simulation results

Type of control(1), No control(2), Ramp metering(3), Coordinated control of ramp metering and variable speed limit control(5)

A szimulációs eredmények nyilvánvalóan eltérhetnek a valós életbeli forgalmi szituációktól, de mindenképpen irányadóak a hatékonyság javítása szempontjából. Összességében tehát elmondható, hogy bármilyen – jól működtetett - irányítási forma, eredményesen használható a forgalomkapacitás növelésére. Az ismertetett összehangolt szabályozással pedig még további javulást lehet elérni az önmagukban alkalmazott irányító berendezésekhez képest.

A bemutatott összehangolt rendszer számtalan olyan továbbfejlesztési lehetőséget tartogat magában, amivel még hatékonyabbá lehet tenni a működést. Egyrészt az irányítási algoritmus fejlesztésével (pl. Modell Predictive Control), másrészt a szabályozott rendszer kiterjesztésével (hosszabb útszakaszok) a valóságot még jobban közelítő eredményeket lehet elérni. Az irányító rendszer további szabályozó rendszerekkel való összehangolása (pl. útvonalajánlás, utazási idő kijelzés, stb.) pedig egy komplex rendszer létrehozását tenné lehetővé.

A magyar autópályákon még elég korlátozott mértékben használnak forgalomszabályozást. Ugyanakkor a motorizáció egyértelmű növekedési tendenciája és a most még leginkább városi forgalomban jellemző torlódások megjelenése, előre vetíti a modern forgalomszabályozás szükségességét.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozunk a BME Közlekedésüzemi Tanszékének, hogy a cikkben bemutatott zárt hurkú szimulációs rendszer részét képező VISSIM szoftvert rendelkezésünkre bocsátotta.

IRODALOM

Bellemans T., De Schutter B., De Moor B. (2002): Models for traffic control. Technical report bds: 01-11 Delft University of Technology, Fac. of Information Technology and Systems.

- Chu L., Yang X. (2003): Optimization of the ALINEA ramp-metering control using genetic algorithm with micro-simulation California PATH. ATMS Center, Institute of Transportation Studies, University of California, Irvine, USA
- Diakaki C., Papageorgiou M., McLean T. (1999): Application and evaluation of the integrated traffic-responsive urban corridor control strategy IN-TUC in Glasgow. Proceedings of the TRB 78th Annual Meeting, Washington D.C., U.S.A.
- Kachroo P., Krishen K. (2000): System dynamics and feedback control design problem formulations for real time ramp metering. Transactions of the SDPS, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, VA.
- MATLAB: www.mathworks.com
- Papageorgiou M., Diakaki C., Dinopoulou V., Kotsialos A., Wang Y.(2003): Review of road traffic control strategies, Technical University of Crete, Greece, Proceedings of the IEEE, 91. 12.
- Roca V. (2005): VISSIM COM, User Manual for the VISSIM COM interface. PTV Planung Transport Verkehr AG.
- Siebel F., Mauser W. (2005): On the fundamental diagram of traffic flow. Department of Earth and Environmental Sciences, University of Munich, Germany.
- Sun X., Horowitz R. (2006): A set of new traffic-responsive ramp-metering algorithms and microscopic simulation results. Transportation Research Records (TRR), the Journal of the Transportation Research Board.
- Sun X., Horowitz R.(2005): Localized switching ramp metering control with queue length estimation and regulation and microscopic simulation results. Department of Mechanical Engineering University of California at Berkeley, USA.
- VISSIM 4.10 User Manual, www.vissim.de
- PTV Planung Transport Verkehr AG, 2005.
- Wiedemann R. (1974): Simulation des Straßenverkehrsflusses Schriftenreihe des Instituts für Verkehrswesen der Universität Karlsruhe, Heft 8.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Tettamanti Tamás

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,
Közlekedésmérnöki kar, Közlekedésautomatika Tanszék
1111 Budapest, Bertalan Lajos utca 2.
*Budapest University of Technology and Economics,
Faculty of Transportation Engineering,
Department of Transportation Automation
H-1111 Budapest, Bertalan Lajos utca 2.
Tel.: 36-1-463-013, Fax: 36-1- 463-3087
e-mail: tettamanti@mail.bme.hu*



Investigations of Gears Geometry Using the Surface Constructor Kinematical Modelling System

L. Dudás

University of Miskolc, Department of Information Engineering, H-3515 Miskolc Egyetemváros, Hungary

ABSTRACT

In the area of production of machines there is a need for high quality gears that work with improved efficiency. The goal of the machine designers is to improve the characteristics of existing types of gearings or invent new ones. The paper introduces a powerful new theory, the "Reaching Model", for generating enveloped kinematical surfaces that connect in spatial curves or to develop surface pairs connecting in a point-like manner because of the applied theoretical intermediary generating surface. The model and the software application based on it proved its suitability for gear surface development many times. The application implementing the theory provides advanced 3D visualization capabilities for displaying and animating kinematical surfaces, co-ordinate systems and other space attributes. This application has the Surface Constructor (SC) name and sets the goal of providing maximum freedom in modelling different kinematical surfaces and arrangements. For the entering of surfaces and motions, expressions can be used and symbolic algebraic computations carried out automatically behind the scenes. This complex application models the kinematical modelling process itself and can handle practically limitless types of gearings.

(Keywords: gear, kinematic modelling, Reaching Model)

ÖSSZEFOGLALÁS

Fogaskerék geometriai kutatások a Surface Constructor kinematikai modellező rendszer felhasználásával

Dudás L.

Miskolci Egyetem, Alkalmazott Informatikai Tanszék, 3515 Miskolc, Egyetemváros

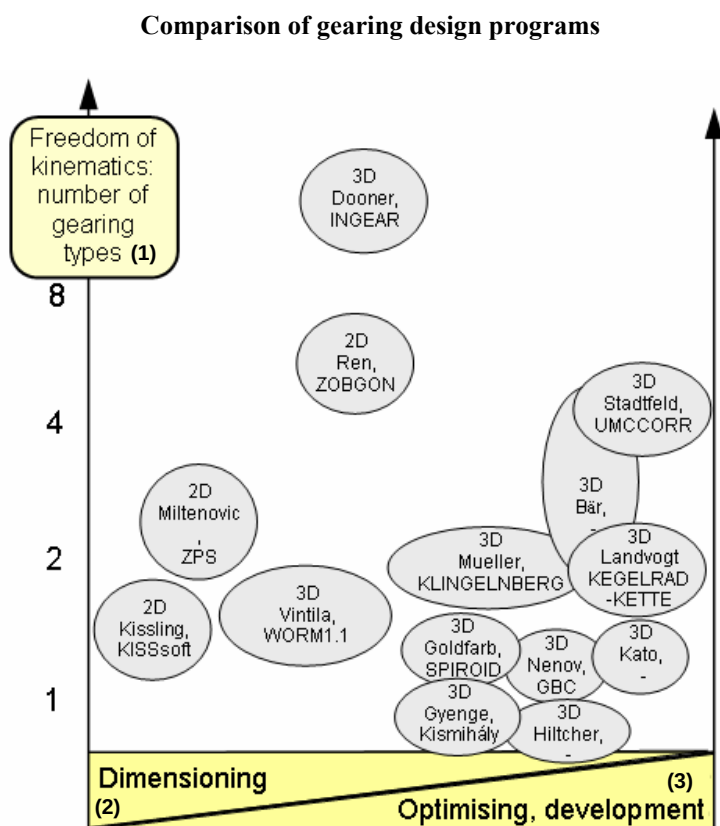
A gépgyártás területén igény jelentkezik magas minőségű fogaskerekekre, melyek növelt hatékonysággal üzemelnek. A géptervezők célja a meglévő hajtástípusok jellemzőinek javítása, vagy új típusok feltalálása. A dolgozat egy erőteljes új elméletet mutat be, az „Elérés Modell”-t, térbeli görbében kapcsolódó burkolt kinematikai felületek generálására, vagy az alkalmazott elméleti közvetítő származtató felület miatt pontszerű módon kapcsolódó felületepárok kifejlesztésére. A modell és a ráépülő szoftver alkalmazás sok esetben bizonyította az alkalmasságát fogaskerékfelületek fejlesztésére. Az elméletet megvalósító alkalmazás fejlett 3D-s megjelenítési képességeket nyújt a kinematikai felületek, koordináta-rendszerek és egyéb térjellemzők láthatóvá tételére. Ez az alkalmazás a Surface Constructor (SC) névvel bír és a különféle kinematikai felületek és elrendezések modellezésében a maximális szabadság nyújtását tűzte ki célul. A felületek és mozgások megadására kifejezések használhatók és a háttérben automatikus szimbolikus algebrai számítások zajlanak. Ez a komplex alkalmazás magát a kinematikai modellalkotó folyamatot modellezi és gyakorlatilag korlátlan hajtástípust képes kezelni.

(Kulcsszavak: fogaskerék, kinematikai modellezés, Elérés Modell)

INTRODUCTION

The gears are one of the most complicated parts of the machines. Their efficiency and optimum design determines the success of the machine. Because of this, the computer aided development and optimization was always in the interest of the designers. The first level of innovation is the geometry. The geometry determines the possible usage area of the gearing and influences the manufacturability and working parameters of the gear. Consequently, the improvement and innovation of gear geometry was always in the focus of the interest of gear manufacturers. Because of these reasons many gear-CAD software have been developed. *Figure 1* gives a comparison of several programs depending on the suitability for dimensioning or development. The design tool of *Miltenovic* (1999) or *Kissling* (1999) is mainly intended for determination of the suitable sizes for a given gearing type to fulfil the construction requirements. The program of *Stadtfeld* (1999), *Landvogt* (1999) or *Kato* (1999) is more suitable for development of new characteristics of gearings or for optimisation.

Figure 1



1. ábra: Fogaskerék tervező programok összehasonlítása

Szabadságfok: hajtástípusok száma(1), Méretezés(2), Optimalás, fejlesztés(3)

The vertical axis measures the number of different modelled gear types. One of the programs having the largest freedom of embedded gearing kinematics is the INGEAR Dooner (1999). Most of the programs are intended to handle a few concrete gear types and the number of modelled sorts is limited. This recognition motivated the author to find a robust connection theory and to create a surface and kinematical relation independent gearing development tool. The name of this connection theory is the “Reaching Model”. The original theory had been introduced with full particulars by the author Dudás (1996) and here only a brief description will be given of the essence and some capabilities of the model.

THE REACHING MODEL

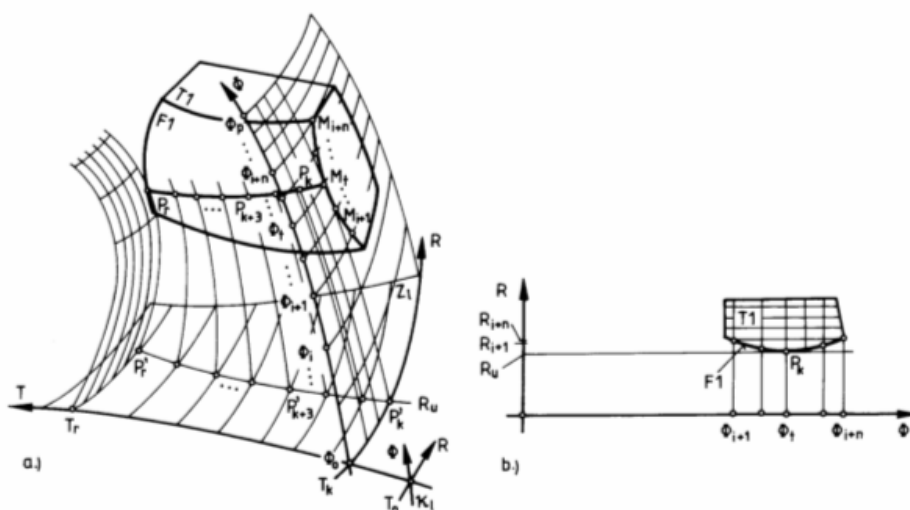
The author set the goal to develop a gearing investigation tool with less complexity of analysing capability but more freedom in constructing different kinematical arrangements. This freedom was realised by the robustness of Reaching Model theory and by use of inbuilt symbolic algebraic computation.

The main advantage of the model is its simplicity. In this model the generation of one of the points of the $F2$ surface is equal to solving a simple minimum value problem. The denominative reaching process will be introduced briefly with the help of Figure 2. The Reaching Model applies a special non-Descartes co-ordinate system κ . The Φ co-ordinate lines as well as the co-ordinate axis Φ itself coincide the motion paths of the points of a surface that is in the co-ordinate system $K2$ so Φ has two roles:

1. motion (time) parameter,
2. one of the three space co-ordinates of co-ordinate system κ .

Figure 2

The explanation of the reaching process



2. ábra: Az elérési eljárás magyarázata

Part a., of the figure shows the $T1$ body in 3 dimensions. Part b., shows the $R-\Phi$ co-ordinate surface after transformed into a Descartes co-ordinate system. In the reaching process we choose a Φ co-ordinate line that does not intersect the $T1$ body. Stepping from one Φ co-ordinate line to another going in R direction, the generating Φ co-ordinate line will be that which can reach $F1$ first. This Φ line is the path of moving of point P_k' that will be one surface point of the generated surface $F2$. Point P_k will be the contact point.

The necessary condition of connection in the Reaching Model is

$$\frac{\partial R}{\partial \Phi} = 0. \quad (1)$$

where $R = R(\Phi, T, Z)$ is the reaching-coordinate function, Φ is the motion-path co-ordinate, T is the division co-ordinate in the κ slicing co-ordinate system, Z is the identifying parameter of the κ co-ordinate system. This necessary condition is equivalent to the $\mathbf{n} \cdot \mathbf{v}^{1,2} = 0$ condition of the known kinematical method.

The sufficient condition of the local minimum in the $\Phi = \Phi_i$ point that is equivalent to the real connection at the same location is given in the following form:

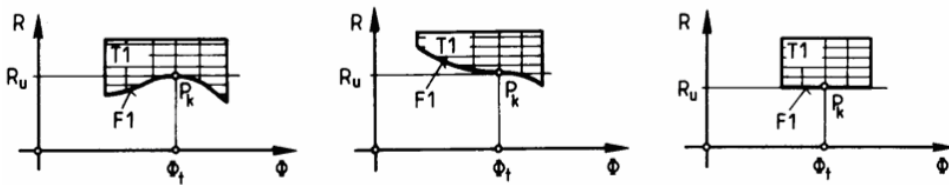
$$\left. \frac{\partial^v R}{\partial \Phi^v} \right|_{\Phi=\Phi_i} = 0 \quad (v = 1, 2, \dots, w-1) \text{ and} \quad (2)$$

$$\left. \frac{\partial^w R}{\partial \Phi^w} \right|_{\Phi=\Phi_i} > 0 \quad \text{where } w \text{ is an even number.} \quad (3)$$

The model can give all types of local undercuts – maximum point, inflexion point, continuous connection, shown in *Figure 3* – simply by discussing the minimum value problem in a local tangential point.

Figure 3

Different types of local undercuts



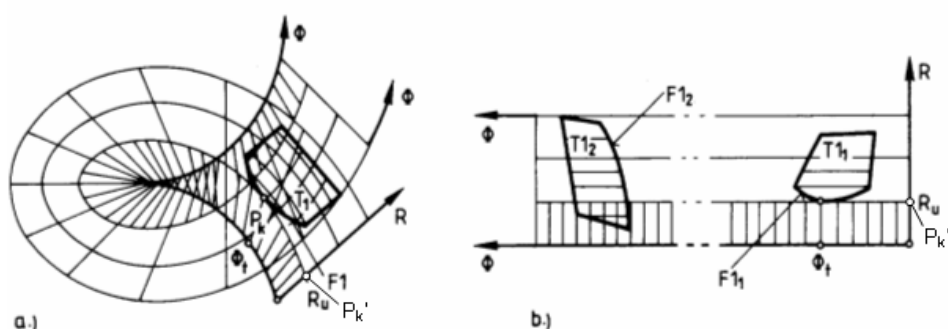
3. ábra: A lokális alámetszések különféle esetei

Moreover it can produce global cuts using the time and appropriate space interval given by the kinematical task, as *Figure 4* shows.

Figure 4a shows the real curved $R-\Phi$ co-ordinate system while *Figure 4b* shows it after transforming it to a Descartes co-ordinate system.

Figure 4

The generated P_k' point is destroyed later by the global cut



4.ábra: A generált P_k' pontot később a globális elmetszés megsemmisíti

Though the theory works with analytical expressions and partial derivatives, a robust, surface-independent software for realisation of the theory was developed on a discrete numerical basis.

THE SURFACE CONSTRUCTOR GEARING DEVELOPMENT TOOL

The developed application uses three levels for representation of the objects – curves, surfaces and determined results –, the top level uses symbolic algebraic representation of the entered generating curve or surface and the input kinematical relations. The middle level, after data entry represents these objects in numerical form. The lowest level presents these and the determined objects by visualisation.

The program can handle more derivation at the same time, but the generating surface has to be the same for all derivations.

The theory proved its suitability for gear surface development in many times, for example determining the gear surface and contacting patterns in case of a worm gearing having elliptical profile in the axle plane of the worm, determining the exact grinding wheel surface for grinding a Spiroid or globoid worm, analysing the possibility of axial pitch modification for cylindrical worm gearings, modelling special cam mechanisms, and so on. The application realizing the theory applies advanced 3D visualization capabilities for displaying surfaces, co-ordinate systems and other space attributes like velocity and acceleration vectors, curvature relations and the instantaneous axes of the motion, see *Dudás* (2007). The working of gear elements can be simulated and analyzed.

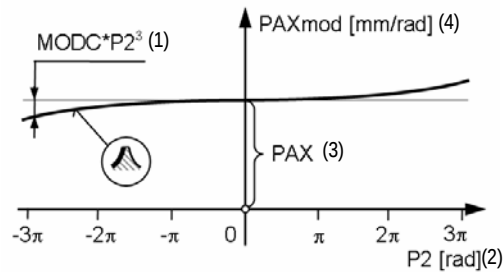
This application, named Surface Constructor (SC), sets the goal of providing maximum freedom in modelling contacting kinematical surfaces that work in different kinematical arrangements. For the entering of curves and surfaces expressions can be used and symbolic algebraic computations for vector-matrix and matrix-matrix multiplications carried out automatically behind the scenes. The complex application models the kinematical modelling process itself and can model practically limitless types of gearings. In the followings more emphasis will be laid on introduction of different resolved tasks accomplished by SC.

Example tasks resolved by SC

The first example introduces a new type of worm gearing having double-localised bearing pattern. The first localisation applied pitch modification along the length of the worm modifying the pitch by a cubic function, see *Figure 5*. This method localised the contact to the middle part of the worm providing smooth entering of teeth into the connection.

Figure 5

The cubic function of the modified axial pitch of the helicoid



5. ábra: A csavarfelület módosított axiális osztásának köbös függvénye

Konstans a modifikálás finomhangolására(1), Forgásparaméter(2), Tengelyirányú emelkedés(3), Tengelyirányú emelkedés köbös függvénye(4)

In the figure P_2 is the rotational parameter of the helicoid surface generation, PAX is the axial pitch of a non-modified worm, $PAX_{mod} = MODC \cdot P_2^3$ is the cubic function of the axial pitch. $MODC$ is a constant for fine tuning the size of the modification. The thinner teeth at the two ends of the worm can be compared to the reference helicoid having uniform pitch along the length of the worm, see *Figure 6*.

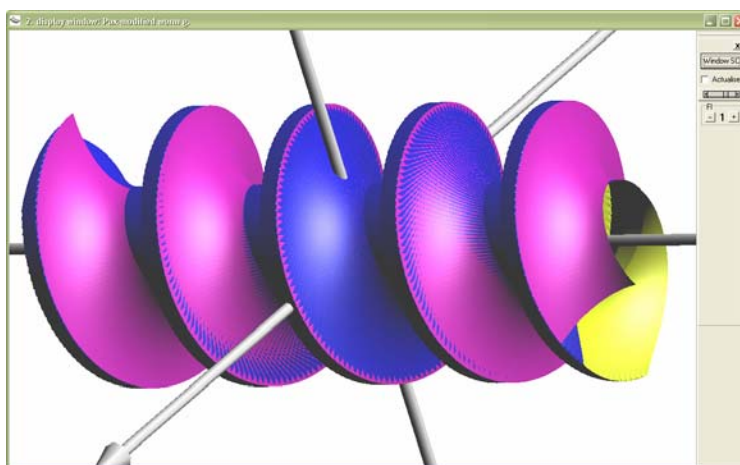
The second modification method, used on the same worm, localised the contact area to the middle region of the height of the tooth in radial direction. To realize this modification, the original ellipse profile of the worm was substituted with a larger one. By changing RO_2 and $GAMMA$, the localisation can be fine tuned, as can be seen in *Figure 7*.

Comparing the double-modified worm to the reference helicoids the effect of the second modification can be observed, see *Figure 8*.

It is possible to generate the conjugate worm gear tooth surface using the non-modified reference helicoid and to analyse the connection between the worm gear and the double-modified worm. The different moments of the connection and the contact patterns can be seen in *Figure 9*. Figures show that the modification was successful, the connection of this type of gearing can tolerate little manufacturing and/or assembly errors, the contact pattern will remain in the internal surface region of the gear teeth. *Figure 10* shows the SC system in the midst of the development of the double-modified worm gearing.

Figure 6

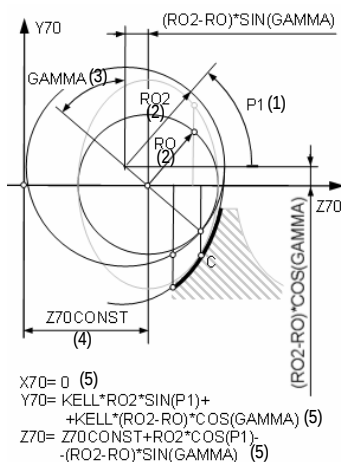
Comparing the modified worm and the reference helicoids



6. ábra: A módosított csiga és a referencia csavarfelület összevetése

Figure 7

Using a larger ellipse arc to localise the connection in radial direction of the worm



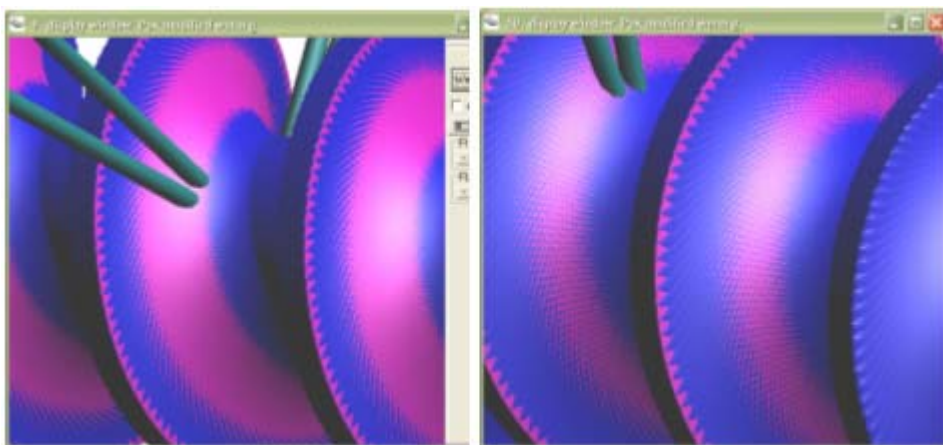
KELL: Elliptical constant (*Ellipszis konstans*)

7. ábra: Egy nagyobb ellipszis ív használata a kapcsolódás lokalizálására a csiga sugár irányában

Csiga felületi parameter(1), Profilellipszis alapkörsugár(2), Lokalizálás helyzetszöge(3), Profilelhelyező konstans(4), Koordináta irányok(5)

Figure 8

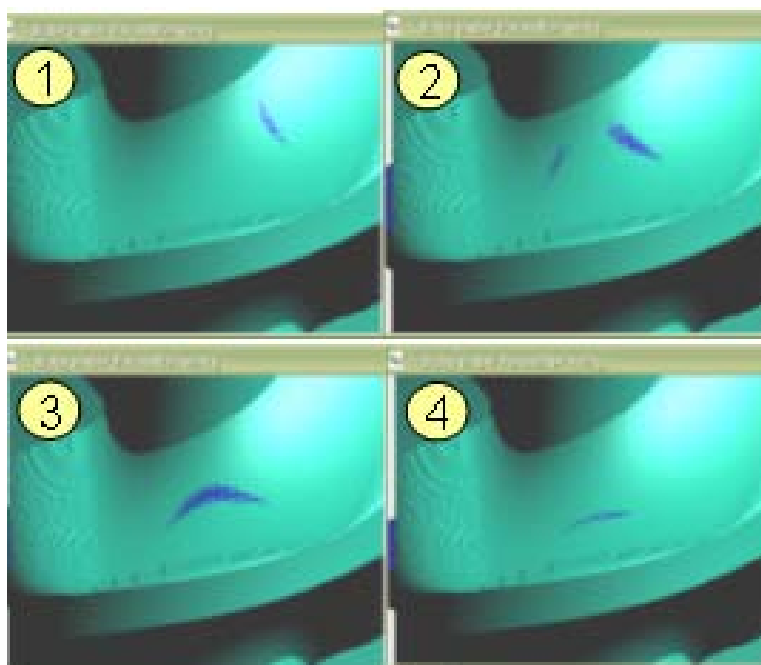
The effect of RO2-RO difference change



8. ábra: A RO2-RO különbség változtatásának hatása

Figure 9

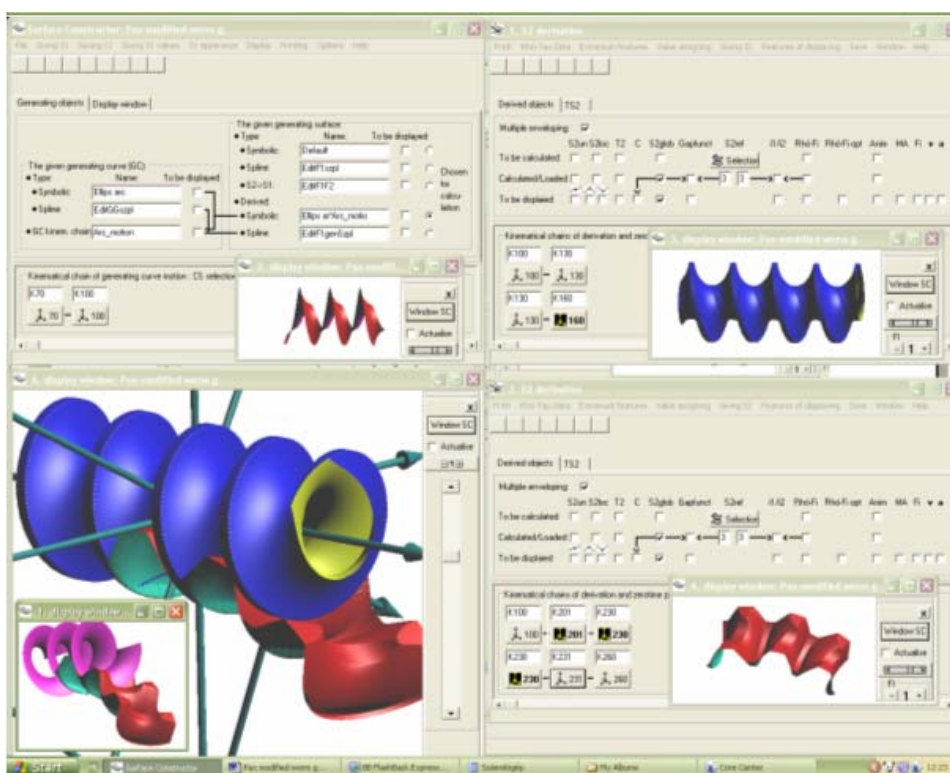
The contact patterns of the localised worm gearing



9. ábra: A lokalizált csigahajtás érintkezési mintázatai

Figure 10

The SC system in the midst of the development



10. ábra: Az SC rendszer fejlesztés közben

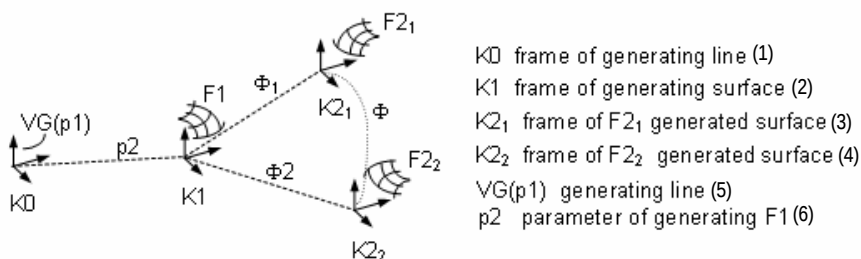
The second task resolved by SC program generated the surfaces of the members of a hypoid gearing using an intermediary generating cone surface. There is a contact line between the cone and the hypoid gear. After connecting the gears an ellipse-like contact pattern rises from the intersection of the mentioned theoretical contact lines, as shown in *Figure 11* and *Figure 12B*.

The animation of the motions makes possible the analysis of the enveloping process, the form and the wandering of the contact pattern. Because of the intermediary generating surface this hypoid gearing has an advantageous ellipse-like contact area (*Figure 12*).

The third example introduces a special capability of the program: beyond the determination of enveloped surface the application is capable to determine surfaces resulted by series of global cuts of discrete edges, e.g. edges of a hob. It is known that the gear surface cut by the edges of a hob has geometrical error because of a limited number of cuts and the geometrical errors decrease the efficiency of power transmission, see *Bercsey* (1999). The next example presents the determination of the dependency of this error on the number of the edges for a given hob. In the example the hob is conical and generates the crown gear of a Spiroid gearing. The kinematical arrangement of the manufacturing is given in *Figure 13*. K100 holds the gear and the hob is fixed to the K70 co-ordinate system.

Figure 11

Generating the hypoid surfaces F_{21} and F_{22} by F_1 theoretical cone surface



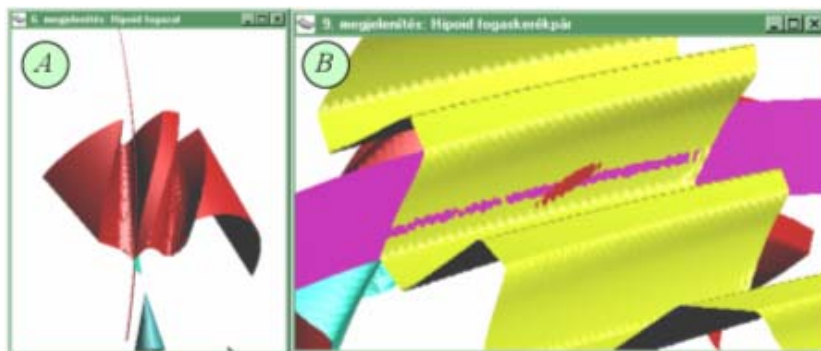
Φ – Connection parameters (*Kapcsolódás paramétere*), Φ_1 , Φ_2 – Generating movement parameters (*Generáló mozgások paramétere*)

11. ábra: Az F_{21} és az F_{22} hipoid felületek generálása az F_1 elméleti kúpfelülettel

Generáló görbe koordinátarendszere(1), Generáló felület koordinátarendszere(2), Generált felület koordinátarendszere(3), Generált felület koordinátarendszere(4), Generáló görbe (p_1 – generáló görbe paramétere)(5), Generáló F_1 felület paramétere(6),

Figure 12

A: Generating the pinion, the cone seems to be a circle arc. B: The contact line of F_1 and F_{22} and the ellipse-like contacting pattern between F_{21} and F_{22} hypoid gears



12. ábra: A: A nyeles kerék generálása, a kúp egy körívben látszik. B: Az F_1 és az F_{22} érintkezési vonala és az ellipszis-szerű érintkezési mintázat az F_{21} és az F_{22} hipoid fogaskerekek között

To determine how the error depends on the number of teeth of the hob the manufacturing with the next hobs was modelled:

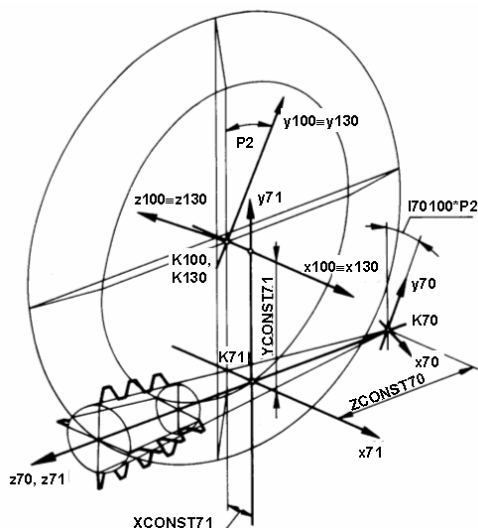
Number of teeth: 15, 22, 29, 36, 43

Angle between teeth: 90, 60, 45, 36, 12 (degree)

The manufactured tooth surface in case of a hob having 15 edges and the swept surface of one of the edges can be seen in *Figure 14*. Small arrows show the locations of maximal errors caused by remaining material.

Figure 13

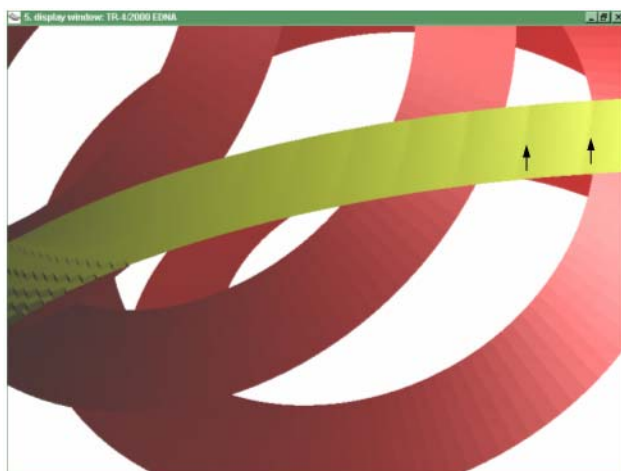
The kinematical relations of the co-ordinate systems at hobbing



13. ábra: A koordináta rendszerek kinematikai viszonya a lefejtőmarásnál

Figure 14

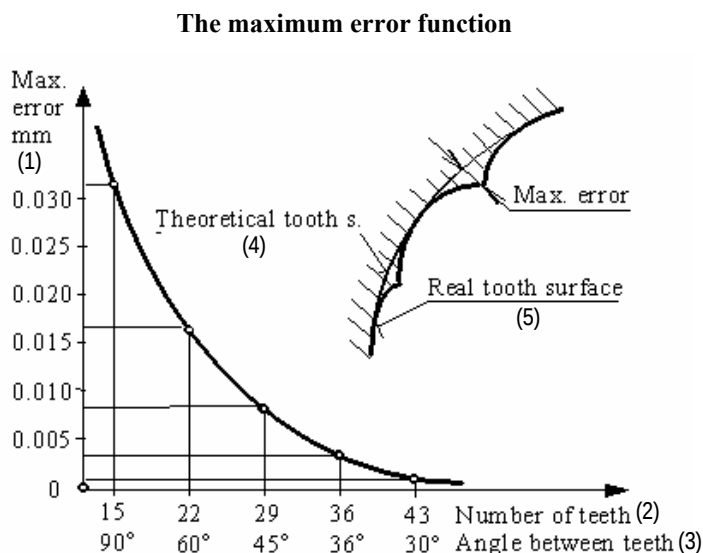
The manufactured Spiroid gear tooth surface and the track of an edge



14. ábra: A megmunkált Spiroid fogaskerék fogfelülete és egy él nyoma

After accomplishing all the experimental modelling of the hobbings, the error function could be drawn, see *Figure 15*. The introduced technique can be used to determine the required minimum number of teeth of the hob for another concrete Spiroid gearing.

Figure 15



15. ábra: A maximális hiba függvény

Maximális hiba, mm(1), Fogak száma(2), Fogak közötti szög(3), Elméleti fogfelület(4), Valós fogfelület(5)

CONCLUSION

The paper presented a new theory and application for modelling all types of gearings. The main advantage of the theory is its simplicity. It can detect all types of locale undercuts and the issue of global cut. Among the novelties of the system can be mentioned the integrated symbolic algebraic computation, aiding gear development without inbuilt kinematical arrangements, practically limitless kinematical modelling capability and modelling of the kinematical modelling task itself.

In the first example an axially modified worm gearing was introduced. The second example dealt with generation of the two members of a hypoid gearing using an intermediary generating cone surface. The modelled hypoid gear pair had an ellipse-shaped contact pattern. The third example demonstrated the capability of modelling the hobbing process where the geometrical error of the manufactured tooth surface depends on the number of cutting edges.

REFERENCES

Bercsey, T., Horák, P. (1999): Error analysis of worm gear pairs. In: Proceedings of the 4th World Congress on Gearing and Power Transmissions. CNIT-PARIS France. 419–424.

- Dooner, D.B., Seireg, A.A. (1999): An Interactive Approach to the Integrated Design and Manufacture of Gear Pairs. In: Proceedings of the 4th World Congress on Gearing and Power Transmissions. CNIT-PARIS France. 317–322. p.
- Dudás, L. (1996): A consistent model for generating conjugate surfaces and determining all the types of local undercuts and global cut, UMTIK'96 International Machine Design and Production Conference, Ankara. 467–476. p.
- Dudás, L. (2007): Possibilities of exact grinding of conical and globoid worms. International Review of Mechanical Engineering (I.R.E.M.E.). 1. 3. 200–207. p.
- Kato, S., Kubo, A. (1999): Analysis of the effect of cutting dimensions on the performance of hypoid gears manufactured by the face hobbing process. In: Proceedings of the 4th World Congress on Gearing and Power Transmissions. CNIT-PARIS France. 585–593. p.
- Kissling, U.L. (1999): Noise and vibration reduction in cylindrical gears by an accurate procedure implemented in KISSsoft. In: Proceedings of the 4th World Congress on Gearing and Power Transmissions. CNIT-PARIS France. 117–128. p.
- Landvoght, A., Kempa, B., Weck, M. (1999) Optimising the running characteristics and noise behaviour of bevel gears. In: Proceedings of the 4th World Congress on Gearing and Power Transmissions. CNIT-PARIS France. 1921–1932. p.
- Miltenovic, V., Milcic, D. (1999): Intelligent integrated system for the gear power transmitters design. In: Proceedings of the 4th World Congress on Gearing and Power Transmissions. CNIT-PARIS France. 595–606. p.
- Stadtfeld, H. J. (1999): The Universal Motion Concept for Bevel Gear Production. In: Proceedings of the 4th World Congress on Gearing and Power Transmissions CNIT-PARIS France. 595–606. p.

Corresponding author (*Levelezési cím*):

László Dudás

University of Miskolc, Department of Information Engineering
H-3515, Miskolc-Egyetemváros
Miskolci Egyetem, Alkalmazott Informatikai Tanszék
3515, Miskolc-Egyetemváros
Tel.: 36-46-565-111/2112, Fax: 36-46-562-405
e-mail: iitdl@uni-miskolc.hu



Optimization of Product Grade Transition by Model Predictive Control

L. Dobos, S. Németh, J. Abonyi

Department of Process Engineering, University of Pannonia, H-8200 Veszprém, Egyetem st. 10.

ABSTRACT

The production of synthetic polymers represents an important part of chemical industry. In these processes it is common that the same process is used for the production of different kind of products (various molecular weights, compositions, etc.). Therefore, beside the optimization of the operating conditions related to the production of different products, it is also important to minimize the time of the grade transition reducing the amount of off-specification products. This optimization can be considered as an optimal control problem. Among the wide range of tools and algorithms can be used to solve optimal control problems this paper studies the applicability of model predictive control (MPC) solutions. In the chemical industry the influence of MPC is increasing, they are very successful in wide range of industrial applications. This became possible because more and more algorithms are available for the implementation of model predictive controllers. MPC requires a proper model for the prediction of the effect of the current control signal to allow its optimization. It is important to note that the nonlinear behavior of the process mainly appears during grade transitions than at steady state operation. This phenomena would require the utilization of nonlinear models in the controller. However, the application of nonlinear first-principles models is restricted due to the formulation of these models requires the identification of large amount of kinetic parameters, which can be very time-consuming and costly. In these situations the applications of data-driven models could be more beneficial. Hence this paper MPC solutions for the optimization of grade transitions based on input/output data driven models is studied. The free radical polymerization reaction of methyl-metacrylate is considered using azobisisobutironitil (AIBN) as initiator, and toluene as solvent. The aim of the process is producing different kind of grades, and the number-average molecular weight was for identify the right state of process, and it can be influenced by the inlet initiator flow rate. The proposed controller is compared to the wide-spread applied PID controllers and the control performances results are qualified the ISE (integral Square of Error) criteria. Using the impulse response and the step response models of the reactor, Dynamic Matrix Controller as MPC has been designed. The results show that the performance of the model predictive controller is better than the performance of PID controller which is also proved by the ISE criteria.

(Keywords: MPC, predictive control, polymerization, impulse response)

ÖSSZEFOGLALÁS

Termékváltás optimalizálás modell prediktív szabályozók segítségével

Dobos L., Németh S., Abonyi J.

Pannon Egyetem, Folyamatmérnöki intézeti Tanszék, Veszprém, Egyetem út 10.

A szintetikus polimerek előállítása fontos részét képezi a vegyiparnak. Gyakori, hogy ugyanazt a folyamatot alkalmazzák különböző termékek előállítására (különböző átlagos

molekulatömeg, összetétel, stb). Különböző termékekhez kapcsolódó gyártási feltételek optimalizálása mellett azonban fontos, hogy a termékváltások közti ún. off-grade termékek mennyiségét minimalizálják. A termékváltás optimalizálása egy optimális irányítási feladatnak tekinthető. A széles körben alkalmazott eszközök és algoritmusok, amik optimális irányítási feladat megoldására irányulnak, közül a model prediktív szabályozókat (MPC) kiválasztva azoknak az alkalmazhatóságának vizsgálatára került sor. Az iparban az MPC megoldások alkalmazása egyre terjed, széles körben való alkalmazhatóságuk miatt. Az MPC-hez szükséges egy megfelelő modell, aminek segítségével a pillanatnyi beavatkozó jel hatása előrejelezhető, ami lehetővé teszi az optimalizálást. A polimerizációs reaktorok nem lineáris viselkedése főként termékváltásoknál jelenik meg, ezért pontos modell az egész terméksálára vonatkozóan nehezen készíthető. A fehér doboz modellek készítése megoldást jelenthet a nemlineáris viselkedés leírására, azonban a szükséges kinetikai paraméterek nehezen és költségesen hozzáférhetőek. Ezért adatgyűjtésen-identifikáláson alapuló fekete doboz modellek használata megoldást jelenthet, ahogyan ebben a tanulmányban is bemenet-kimenet pontpárokon alapuló fekete doboz modellt alkalmazására került sor. A lejátszódó folyamat egy gyökös polimerizációs folyamat, aminek a terméke poli-metil metakrilát. A termék azobisz-izobutironitril iniciátor hatására toluol oldószeres környezetben keletkezik. A cél különböző polimetil-metakrilát termékek előállítására. A termékek az átlagos molekulatömegükkel jellemezhetőek, ami az iniciátor adagolásával befolyásolható. A tervezett model prediktív szabályozót összehasonlítottuk a széles körben alkalmazott PI szabályozóval a teljesítményük alapján, ami az ISE kritérium alapján számszerűsíthető. A reaktor súlyfüggvényén és átmeneti függvényén alapuló konvolúciós modellt felhasználva készíthettünk egy dinamikus mátrix szabályozót (DMC). Az eredmények alapján, amit szintén az ISE kritérium mutat, belátható, hogy a DMC szabályozó jobb teljesítménnyel rendelkezik. (Kulcsszavak: MPC, prediktív irányítás, polimerizációs technológiák, konvolúciós modell)

INTRODUCTION

The production of the synthetic polymers represents an important part of chemical industry. In this industrial segment one reactor is usually used for producing different kind of products (various molecular weights, compositions, etc.).

During transitions between products, so-called off-spec products are produced. This product is generally worth less than the on-spec material; therefore it is of interest to minimize its production. The on-spec material can be produced under varying circumstances and at varying operating points, which are more or less economically sound, motivating optimization of the production during production stages.

In these processes a large number of different grades are produced, and the transition times between the productions may be relatively long and that make the grade transitions costly in comparison with the total amount 'on-spec' production. The optimization of complex operating processes generally begins with a detailed investigation of the process and its control system. It is important to know, how data-based information can support the optimization of product transition strategies. The optimization of product grade transition is a typical example for complex optimization in process industry (McAuley and MacGregor, 1992).

It is common to define an objective function, for example minimize the grade transition time, this way reducing off-specification products. The nonlinear behavior mainly appear during grade transitions, so handling these transitions with nonlinear models are complex and difficult problems to solve, so-called optimization strategies are time-consuming to define.

The control of polymerization reactors can be difficult and complex problem, due to the nonlinear dynamic behavior, the multiplicities of steady states, parametric sensitivity. One of the problems is the large amount of kinetic parameters, which are essential for creating a first principle model, but obtaining these parameters can be very time-consuming from the literature, laboratories, pilot-plants, and sometimes it is possible that the kinetic mechanism can not be available which can also make difficulties while making the first principle model. So it is useful to find those methods, where these pieces of information are not necessary, so model can be created from input-output data, by identifying the model parameters, and it opens an easier way to develop an appropriate controller for the process from these data sets.

Unfortunately it is very difficult to find the right tuning parameters for the controllers in the whole operation range because of the nonlinearity of the process. Since the models provide the basis pieces of information for developing controllers the difference of a data-driven linear model and a more accurate first principle model can be significant.

Since the process trajectory within a processing stage depends on the process trajectory of the preceding stage, the rigorous approach is to treat the production optimization problem as a whole, including phases of transition as well as phases of production. This can be considered as a large-size real-time optimization (RTO) or dynamic real-time optimization (DRTO) problem (*BenAmor et al.*, 2004), in which optimal set points or trajectories are calculated in order to minimize economic objectives subject to constraints. Several algorithms have been published to effectively solve this production optimization problem using dynamic optimization. These advanced algorithms can be formulated as a so-called multistage dynamic optimization problem, where the production time is split up into several processing stages. Most of these tools require accurate model of the process, which is not always available.

Treating this kind of optimization problems is the main target for us, and this paper would be an introduction to the optimization methods. In the industry the influence of model predictive control is increasing (*Camacho et al.*, 1995), they are very successful in wide range of industrial applications. In most of the industrial applications the model predictive controllers are applied in the advanced control level as the part of the advanced process control (APC) systems. One of the main goal of this study is to explore the advantages of applying the model predictive controllers in the local control level as introducing the control problem as a optimization problem, since it is considered as the basic level of the multi-level optimization of a chemical plant. Nowadays more and more algorithms are available for planning model predictive controllers. It can be useful to compare the wide-spread applied PID controllers, and the increasingly applied model predictive controllers. For this study we choose a PI controller to compare with a dynamic matrix controller, and we qualified the performance with ISE (integral Square of Error) criteria.

Paper is organized as follows: the description of the polymerization process, define the purposes, introduce the theoretical basis of the solution and present the results.

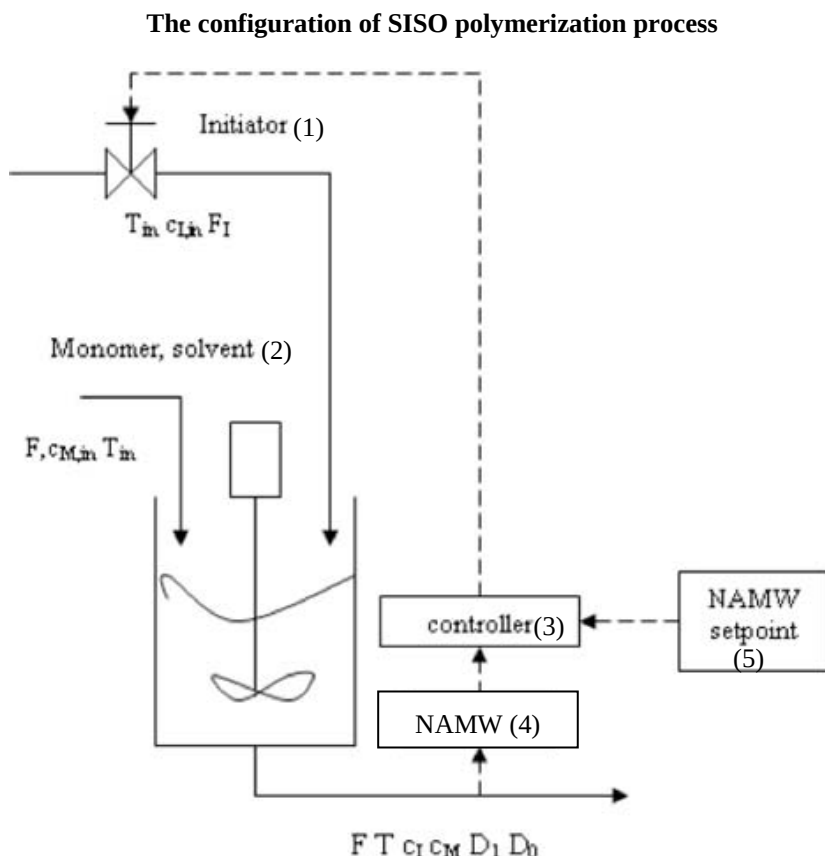
THE CASE STUDY INVESTIGATION OF A POLYMERIZATION PROCESS

Process description

The reactor what have been studied is a SISO (single input-single output) process, a CSTR where a free radical polymerization reaction of methyl-metacrylate is considered using azobisisobutironitil (AIBN) as initiator, and toluene as solvent (*Figure 1*). The aim

of the process is to produce different kinds of product grades. The number-average molecular weight is used for qualifying the product and process state, and it can be influenced by the inlet initiator flow rate. When this assumption is considered, and the effect of the temperature is neglected, the multi input-multi output model could be reduced to a SISO process. Because of the isothermal assumption a four-state model can be obtained. (Maner and Doyle, 1997)

Figure 1



1. ábra: A SISO polimerizációs folyamat sémája

Iniátor(1), Monomer, oldószer(2), Szabályzó(3), NAMW(4), NAMW alapjel(5)

The monomer (methyl-metacrylate), the solvent (toulene), the initiator (azobis-isobutironitil) inlet is contionous to the reactor, an isotherm CSTR (Continously Stirred Tank Reactor), with a determined concentration. The inlet flow of the monomer is constant (F). The polymerization starts due to the amount of the initiator in the reactor. This influences the polymer chain length distribution (D_0 -zero order moment of the chain length distribution) and the distribution of average molecular weight of the polymer (D_1 -first order moment of the chain length distribution). From these pieces of

data the number average molecular weight (NAMW) can be calculated. This data is characteristic of every polymer product, so to control the pre-defined polymer quality the value of the NAMW is needed. When the value of the NAMW is different to pre-defined value the difference can be compensated by controlling the initiator inlet flow rate.

$$\frac{dC_m}{dt} = -(k_p + k_{fm})C_m P_0 + \frac{F(C_{m,in} - C_m)}{V} \quad (1)$$

$$\frac{dC_I}{dt} = -k_I C_I + \frac{F_I C_{I,in} - F C_I}{V} \quad (2)$$

$$\frac{dD_0}{dt} = (0.5k_{Tc} + k_{Td})P_0^2 + k_{fm} C_m P_0 - \frac{F D_0}{V} \quad (3)$$

$$\frac{dD_1}{dt} = M_m(k_p + k_{fm})P_0 C_m - \frac{F D_1}{V} \quad (4)$$

$$y = \frac{D_1}{D_0} \quad (5)$$

where:

$$P_0 = \left[\frac{2f^* k_I C_I}{k_{Td} + k_{Tc}} \right]^{0.5}, \quad (6)$$

where:

C_m - concentration of the monomer in the reactor

$C_{m,in}$ - monomer concentration in feed

C_I - initiator concentration in the reactor

$C_{I,in}$ - initiator concentration in feed

D_0 - zero order moment of the chain length distribution

D_1 - first order moment of the chain length distribution

$k_p, k_{fm}, k_I, k_{Tc}, k_{Td}$ - kinetic parameters (it can be seen in Table 1)

Table 1

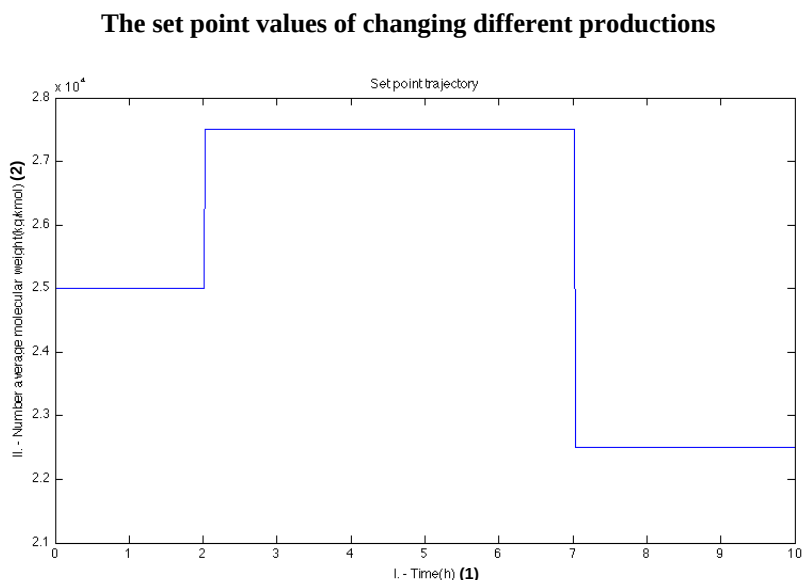
Nominal values and kinetic parameters of the first principle model

$k_{Tc} =$	1.3281×10^{10}	m ³ /(kmol*h)
$k_{Td} =$	1.0930×10^{11}	m ³ /(kmol*h)
$k_I =$	1.0224×10^{-1}	1/h
$k_p =$	2.4952×10^6	m ³ /(kmol*h)
$k_{fm} =$	2.4522×10^3	m ³ /(kmol*h)
$f^* =$	0.58	
$F =$	1.0	m ³ /h
$V =$	0.1	m ³
$C_{I,in} =$	8.0	kmol/m ³
$M_m =$	100.12	kg/kmol
$C_{m,in} =$	6.0	kmol/m ³

1. táblázat: A fehér doboz modell állandói és kinetikai paramétere

Problem description

The task is producing three different kind of grades, called A, B, C (Figure 2)

Figure 2

2. ábra: A termékváltás során alkalmazott alapjel trajektória

Idő (h)(1), Átlagos molekulatömeg (kg/kmol)(2)

To compare a MPC and a PI controller two grade transitions were chosen, one of them in the 2nd hour from A product ($NAWM_A=25000$ kg/kmol) to B product ($NAWM_B=27500$ kg/kmol). B has been produced in the next five hours, and in the 7th hour there is a grade transition from B to C product ($NAWM_C=22500$ kg/kmol).

The main goal is to minimize the amount of the off-grade product, so reduce the grade transition time as much as possible to show that there are reserved, untapped possibilities in the the process, and the model predictive controllers may have better performance than original PI controllers. The previously introduced set point data set is used to test the performance of the two different control algorithm, and these can be qualified using ISE (Integral Square of Error) criteria.

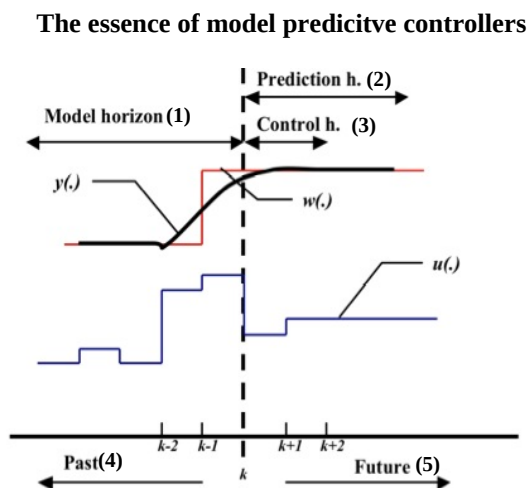
MPC BASED FORMULATION OF OPTIMAL GRADE TRANSITION

Model Predictive Controllers– theoretical basis

MPC is a model based control algorithm where the models are used to predict the behavior of dependent variables (i.e. outputs) of a dynamical system with respect to changes in the process independent variables (i.e. inputs). In chemical processes, independent variables are most often setpoints of regulatory controllers that govern valve movement (e.g. valve positioners with or without flow, temperature or pressure controller cascades), while dependent variables are most often constraints in the process

(e.g. product purity, equipment safe operating limits). The MPC uses the models and current plant measurements to calculate future moves in the independent variables that will result in operation that honors all independent and dependent variable constraints. The MPC then sends this set of independent variable moves to the corresponding regulatory controller setpoints to be implemented in the process. With the help of the *Figure 3* the essence of the model predictive controlling is easily understandable.

Figure 3



3. ábra: A modell prediktív szabályozás lényege/működése

Modellezési tartomány(1), Predikciós tartomány(2), Szabályozási tartomány(3), Múlt(4), Jövő(5)

In this picture the essence and the advantage of the model predictive controllers can be seen. It means that using the model it becomes possible to predict the effect of the actual control signal in the future (in the prediction horizon) or to realize the set points in the future, how the control signal should be variated. MPC has the ability to reckon with the effect of the realized control signal (model horizon). The aim of the MPC is to minimize the error between the set points (w .) and the measured values (y .). It can be formulized in an objective function. To reduce the computing demand of solving the objective function, it is only solved on the control horizon, and this reducing is also necessary because the result of the objective function is a control signal trajectory, but just the first element of the the trajectory is realized. To get a contionous control signal the objective function is needed to be solved in every discrete moment.

Formulating the aim of the method, an objective function is the result, which is:

$$\min_{\Delta u(k+j)} \sum_{j=H_{p1}}^{H_{p1}} (w(k+j) - y(k+j))^2 + \lambda \sum_{j=1}^{H_c} \Delta u^2(k+j-1) \quad (7)$$

where $w(k+j)$ means the set point value, $y(k+j)$ means the predicted dependent value in the $(k+j)$ th discrete time moment, Δu means the incrementation of the control signal, λ is an weight parameter.

The black box model – Impulse response model

The identification of the dynamic part of a block-oriented model is a challenging task. In practice, the identification of the parameters of the IRM (Impulse Response Model) may be troublesome due to the large number of them (Ricker, 1988).

In this case the identification parameters can be obtained easily using φ variable which means:

$$\varphi(i) = y(i) - y(i-1) \quad (8)$$

where $y(i)$ is the output of the process in the i th moment. With the help of φ the parameters of the discrete impulse response model (IRM) can be calculated easily:

$$g_i = \frac{\varphi(i)}{\sum_{i=1}^N \varphi(i)} \quad (9)$$

where Δt denotes the sampling time, i the i th discrete time-step, and N is the model horizon. This results in a more parsimonious IRM model description, where the variance of the identification problem is decreased by the decrease of the number of the parameters to be estimated.

The model based predictive controller

The convolution model can be easily applied in model predictive control scheme. The control algorithm is based on the natural division of the system response into *free* and *forced* response terms (Abonyi et al. 2000):

$$y_m(k+t) = y_{forced}(k+t) + y_{free}(k+t) \quad (10)$$

where the forced output, $y_{forced}(k+t)$, depends only on the future inputs,

$$y_{forced}(k+t) = K \sum_{i=1}^t s_i \Delta u(k+t-i) \quad (11)$$

where $\{s_i\}$ are the gain independent step response coefficients defined by $s_i = \sum_{j=1}^i g_j$;

and $\Delta u(k+t-i)$ denotes the change on the control variable: $\Delta u(k+t-i) = u(k+t-i) - u(k+t-i-1)$.

As the previous equation suggests, the forced response is calculated by using a linear model, because the steady-state gain, K , is calculated at the k th time step, and is assumed to be constant during the prediction. In control engineering practice such one step linearization is commonly used for simplifying the highly computational-demanding optimisation task. The proposed method differs from these approaches in the calculation of the *free response* of the system that represents the effect of the previous control signals that can interpreted as the future response of the process assuming that the process input is constant during the prediction horizon, H_p . Hence, convolution model is used to generate this *free response*, $y_{free}(k+i) = Q_i + y_s$, where the Q_i coefficients are (Marchietti and Mellcham, 1983):

$$Q_i = \sum_{t=1}^i \sum_{j=t+1}^N g_j \Delta u(k+t-j), \quad i = 1, 2, \dots, H_p. \quad (12)$$

The future incremental control actions, $w = [w(k+1), \dots, w(k+H_p)]^T$, are obtained by minimising the following cost function:

$$\min_{\Delta u} = (w - (KS\Delta u + y_{free}))^2 + \lambda \Delta u^2 \quad (13)$$

where w is the set point vector $w = [w(k+1), \dots, w(k+H_p)]^T$ denotes the future set-point values, $y_{free} = [y_{free}(k+1), \dots, y_{free}(k+H_p)]^T$ the predicted free-response, and S is the gain independent dynamic matrix:

$$S = \begin{bmatrix} s_1 & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ s_2 & s_1 & 0 & & 0 \\ s_3 & s_2 & s_1 & \ddots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ s_{H_c} & s_{H_c-1} & s_{H_c-2} & & s_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ s_{H_p} & s_{H_p-1} & s_{H_p-2} & \cdots & s_{H_p-H_c+1} \end{bmatrix}_{H_p \times H_c} \quad (14)$$

The move suppression coefficient, λ , employs a punishment for the variation of the manipulated variable. For nonlinear processes this constant can be gain-scaled by expressing it as a product of a scaled move-suppression coefficient, γ , and the square of the process gain, $\lambda = \gamma \cdot K^2$ (Shridhar, Cooper, 1997).

If the process constraints are not taken into account, the previous minimisation problem can be solved effectively by least-squares method,

$$\Delta u = \frac{1}{K} \cdot (S^T \cdot S + \gamma \cdot I)^{-1} \cdot S^T \cdot e \quad (15)$$

where e is the vector of the estimated errors $e = r - y_{free}$, and I is a unity matrix.

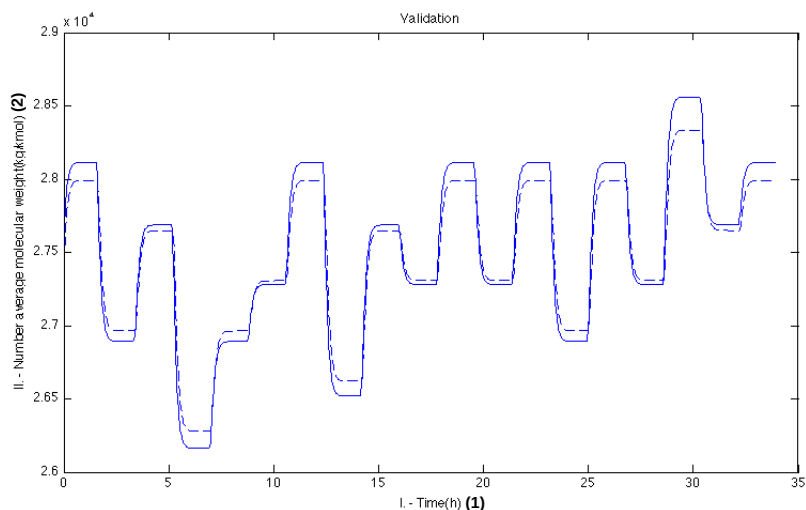
The controller has three parameters. These are the prediction horizon, H_p , the control horizon, H_c , and the gain independent move suppression coefficient, γ . The prediction horizon should roughly be equal to the 60% of the open loop settling time to ensure controller stability. When the process is nonlinear, the open-loop settling time is changing with the operating point. According to this effect, the prediction horizon can be adapted during the operation. A simpler solution is setting the prediction horizon equal to the 60% of maximum of the settling time. In the application study of this paper we consider the linear model of the process, and we consider the move-suppression coefficient, $\gamma = 4.7058 \cdot 10^9$. The value of the move suppression coefficient was obtained with a parameter sensitivity.

MODEL PREDICTIVE CONTROL OF A SISO POLYMERIZATION PROCESS

Model Identification

For this study we generated input-output data with the white-box model, using sample time $T_s = 0.03h$. We identified our black-box model by these data-sets. Our black box model is the impulse response model and the step response model, the integral of IRM.

Because of the nonlinearity of the white box model, we have chosen a steady state point and we identified our black box model around this point (Figure 4). After identification the model was validated, because of the control of its' reliability.

Figure 4**Validation of the black box model**

4. ábra: Az identifikált konvolúciós modell validálása

Idő (h)(1), Átlagos molekulatömeg (kg/kmol)(2)

To use the black box model for desing a model predictive control the identified black box model is needed to be validated. In this figure the validation can be seen. The blue line means the response of the black box model and the red line means the response of the first principle model for the same input signal. The two responses show some difference because of the nonlinearity of the first principle model, which is obviously has a different response than the linear black box. As the figure shows it can be stated that the linear model is appropriate for approximating the response of the non-linear linear model, so this linear model can be applied for design a MPC.

RESULTS

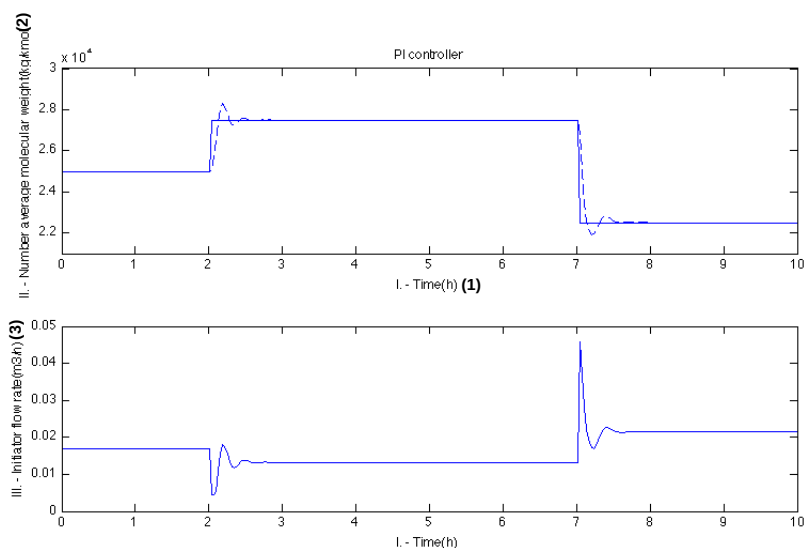
The tuning parameters were selected to obtain satisfactory set-point tracking. In this case setpoint changes mean grade change (determined by the certain values of the NAMW). We have studied a PI controller and a model predictive controller, DMC. The control signal is between the range $u = [0.0046, 0.05] \text{ m}^3/\text{h}$ in both cases. The PI controller was implemented to the white box model and, the tuning parameters of it has been obtained the following way: a first order plus dead time model was identified and applying the parameters of this model the tuning parameters of PI controller could be obtained with ITAE method. The controller tuned this with this method can provide a good result during the grade transitions, as it can be seen in the *Figure 5*.

The task is to realize the chosen grade-transitions ('A' product to 'B' product in the 2nd hour and 'B' product to 'C' product in the 7th hour) with a wide-spread applied PI controller. The products can be charaterized with the number average molecular weight (NAMW (kg/kmol)). To control the NAMW the initiator flow rate (the control signal) is varied. The

maximum value of the control signal is 0.05 m³/h, the minimum value is 0.0046 m³/h. The grade transitions last approximately an hour, and to qualify these transitions the ISE (Integral Square of Error) can be calculated. The result is $ISE = 3.8418 \cdot 10^7$. ISE becomes possible to compare the PI controller to the MPC.

Figure 5

Simulation with PI controller



5. ábra: A PI szabályozóval elvégzett szimuláció eredménye

Idő (h)(1), Átlagos molekulatömeg (kg/kmol)(2), Iniciátor térfogatáram (m³/h)(3)

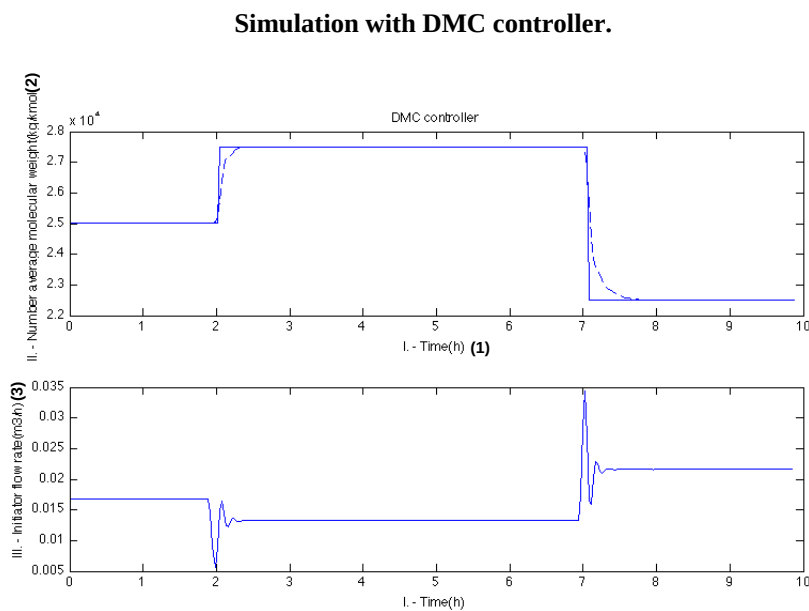
The PI parameters: $K = -6.78 \cdot 10^{-6}$ $T_I = 0.225$ h, which can ensure a good kind of controlling. So the new set point (from 25000 kg/kmol to 27500 kg/kmol) is obtained in 1 hour, with a overshoot with approximately $\frac{1}{4}$ decay ratio, and an other set point change in 7th hour, and the new set point is obtained in an hours. (green line is the set point signal, blue is the measured signal (NAWM) in both cases). So the length of the grade transition time can be seen a little bit long, so finding a method is necessary to reduce the grade transition time, or finding a control algorithm which can provide producing less off-grade product.

The model predictive controller provides very different kind of controlling due to the lack of the overshoot. The set point is the same like in the case of PI controller, because of the comparableness.

The tuning parameters of DMC, is the length of the prediction horizon, control horizon, and the value of the λ parameter, and it is also important to define the length of model horizon. The model horizon is $N = 30$, which was obtained by using the impulse response model (IRM) of process. The prediction horizon is selected to be $p = 5$ because increasing the prediction horizon the quality of controlling is getting worse. The control

horizon is selected to be $c = 4$, because when the length of the control horizon converges the value of the prediction horizon the controller becomes more aggressive (Figure 6).

Figure 6



6. ábra: A DMC szabályozóval végzett szimuláció eredménye

Idő (h)(1), Átlagos molekulatömeg (kg/kmol)(2), Iniciátor térfogatáram (m^3/h)(3)

The task is the same as the simulation with the PI controller. The operating conditions are also the same. Compare this figure to the previous figure it can be stated that the DMC is faster in the first grade transition ('A' to 'B'), approximately 0.5 hour. The second grade transition ('B' to 'C') takes the same time (1 hour). The advantage of the DMC can be observed when the value of the ISE has been calculated ($ISE = 2.5773 \times 10^7$).

The behavior of DMC controller is definitely different to the PI controller, but the DMC can be a little bit faster than the PI controller and has no overshoot.

Examining only the figures the advantage of any controller is very difficult to state. The error of the PI controller (calculated by ISE method) was 3.8418×10^7 , but the DMC controller can afford 2.5773×10^7 error. So the advantage of DMC can be stated. Tuning these two controllers more aggressively would result additional oscillations, and lengthen the time it takes for them to keep the number average of molecular weight in accurate value, so a compromise is needed to be made in tuning the controllers for servo-mode.

CONCLUSION

In the chemical industry the importance of the polymerization processes is increasing. To develop these processes the length of the grade transitions are needed to reduce, because this way it becomes possible to avoid to produce off-grade products. To reach

this demand a MPC algorithm was used to handle the grade transitions. In this work a PI and a MPC controller were compared each other. First we use the first-principle model of a polymerization process, and using this the black box model was identified. Using the impulse response and the step response model of the reactor, the DMC could be build for this reactor. It is seen that the performance of the model predictive controller is better, than the performance of PI algorithm. It is also proved by the ISE criteria. The applicability of applying the model predictivte controllers in the local control level is confirmed also by the ISE criteria and the visual comparison. The actuality of handling the control problem as an optimization problem is very high. Generally, it is very important to find the best fitting contoller algorithm to realize the objective function. In a lot of cases the advantage of MPC algorithms fits better to these objective function, but they have a huge disadvantage: in most cases it is necessary to use linear model approaches which are very sensitive for the identified parameters, and in nonlinear systems these parameters can change different kind of methods are available. The non-linear model predictive controllers can handle this problem, or adaptive algorithms are able to solve them. Regarding to the the increasing spread of MPC controllers, because of the rising industrial demand, it would be useful to develop the nonlinear model predictive controllers, because of the hope of better performance of the whole operating range.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to acknowledge the support of the Cooperative Research Center (VIKKK) (project 2003-I), and founding from the Hungarian Research Found (OTKA T 049534 and T037600). Janos Abonyi is grateful for the financial support of the Janos Bolyai Research Fellowship of the Hungarian Academy of Science.

REFERENCES

- Abonyi J., Bódizs Á., L. Nagy L., Szeifert F.(2000): Hibrid fuzzy convolution model and its' application in predictive control. Chemical engineering research & design, 78.º4. 597-604 p. (26 ref.)
- BenAmor S., Doyle F.J., McFarlane R. (2004): Polymer grade transition control using advanced real-time optimization software. In: Journal of Process Control 14. 349-364 p.
- Camacho E.F., Bordons C. (1995): Model Predictive Control in the Process Industry. Springer : London
- Maner B.R., Doyle F.J. (1997) Polymerization reactor control using autoregressive volterra-based MPC. In: AIChE Journal 43. 1763-1784. p.
- Marchetty J.L., Mellcham D.A., Seborg D.E. (1983): Predictive Control Based on Discrete Convolution Models. In: Ind. Eng. Chem. Res. Dev. 22. 488-495. p.
- McAuley K.B., MacGregor J.F. (1991): On-line Inference of Polymer Properties in an Industrial Polyethylene Reactor. In: AIChE Journal 37. 825-835 p.
- Ricker N.L. (1988): The Use of Biased Least – Squares Estimators for Parameters in Discrete – Time Pulse Response Model. In: Ind. Eng. Chem. Res. 27. 343-350. p.
- Shridhar R., Cooper D.J. (1997): A Tuning Strategy for Unconstrained SISO Model Predictive Control, In: Ing. Eng. Chem. Res. 36. 729-746 p.

Corresponding author (*Levelezési cím*):

János Abonyi

University of Pannonia, Department of Process Engineering

H-8200 Veszprém, P.O.Box 158.

Pannon Egyetem, Folyamatmérnöki Intézeti Tanszék

8200 Veszprém, Pf 158.

tel.: 36-88-624-209

e-mail:abonyij@fmt.uni-pannon.hu



Kétlépéses szabály-interpolációs módszerek áttekintése

Berecz¹ A., Johanyák² Zs. Cs

¹Gábor Dénes Főiskola, Műszaki és Alaptudományi Intézet, 1115 Budapest, Etele út 68.

²Kecskeméti Főiskola, Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskolai Kar, Kalmár Sándor Informatikai Intézet, 6000Kecskemét, Izsáki út 10.

ÖSSZEFOGLALÁS

A fuzzy szabály-interpoláció (FSzI) széleskörűen alkalmazott eszköz a fuzzy következtetésben olyan esetekben, amikor a szabálybázis ritka, azaz nem biztosítja a bemeneti tér teljes lefedettségét, és a kompozíciós következtetési módszerek nem teszik lehetővé az értelmezhető eredmény előállítását minden elképzelhető megfigyelés esetén. Cikkünkben az FSzI eljárások egy nagy családjának, a kétlépéses módszereknek egy csoportját tekintjük át, amelynek tagjai a Baranyi, Kóczy és Gedeon által javasolt fuzzy szabály-interpoláció általánosított módszertanát (GM) követik.

(Kulcsszavak: fuzzy következtetés, kétlépéses szabály-interpolációs módszerek, GM, IGRV, FRIPOC, LESFRI)

ABSTRACT

Survey on two-step fuzzy rule interpolation methods

A. ¹Berecz, Zs. Cs. ²Johanyák

¹Dénes Gábor Applied University, Institute of Technology and Principle Science, H-1115 Budapest, Etele út 68.

²Kecskemét College, GAMF Faculty, Kalmár Sándor Institute of Information Technology, H-6000 Kecskemét, Izsáki út 10.

Fuzzy Rule Interpolation (FRI) is a wide applied tool for fuzzy inference when the rule base is sparse, i.e. it does not ensure a full coverage of the input space, and the compositional reasoning methods are not able to produce a proper output in case of each possible observation. This paper surveys a relevant group of FRI techniques called two-step methods that follow the concepts of the generalized methodology of fuzzy rule interpolation (GM) introduced by Baranyi, Kóczy and Gedeon.

(Keywords: fuzzy inference, two-step rule interpolation methods, GM, IGRV, FRIPOC, LESFRI)

BEVEZETÉS

A hagyományos fuzzy következtetéssel (Zadeh, 1973; Mamdani and Assilian, 1975; Takagi and Sugeno, 1985 stb.) működő fuzzy rendszerek a szabály antecedensek és a megfigyelést leíró nyelvi értékek illeszkedése alapján a szabály konzekvensek súlyozott kombinációjaként határozzák meg a következményt, ami az adott módszernek megfelelően egyaránt lehet fuzzy halmaz vagy éles érték. Működésükből következően ezen eljárások alkalmazásának feltétele a szabálybázis fedő jellege, azaz bármely bemenő adat esetén léteznie kell legalább egy olyan szabálynak, amelynek antecedense $\varepsilon > 0$ mértékben fedi a megfigyelést a bemeneti tér minden dimenziójában.

Amennyiben ez a feltétel nem teljesíthető, akkor valamely fuzzy közelítő következtetési technika használta szükséges. Az erre a célra kifejlesztett eljárások a legtöbb esetben valamely fuzzy szabály-interpolációs módszer segítségével határozzák meg a következményt. Ezen eljárásokat két csoportba oszthatjuk aszerint, hogy közvetlenül állítják-e elő a következményt (egylépéses módszerek), vagy először egy segéd szabályt interpolálnak, és annak felhasználásával számítják a következményt (kétlépéses módszerek). Dolgozatunkban a második csoporttal foglalkozunk.

A kétlépéses módszerek a *Baranyi és mtsai.* (2004) által publikált általánosított fuzzy szabály-interpolációs módszertant (GM) követik. Ezen eljárások családjába tartoznak a Baranyi és szerzőtársai által javasolt technikák (*Baranyi és mtsai.* 2004), a megfigyelés és a szabályantecedens közti hasonlóság megőrzésén alapuló ST módszer (*Yan és mtsai.* 1996), az általános reprezentatív értéken alapuló IGRV (*Huang és Shen,* 2004), valamint Johanyák és Kovács által kidolgozott FRIPOC (*Johanyák és Kovács,* 2006b) és LESFRI (*Johanyák és Kovács,* 2006c) módszerek.

A fuzzy szabály-interpoláció általánosított módszertana

A Baranyi, Kóczy és Gedeon (pl. *Baranyi és mtsai.* 2004) által javasolt általánosított módszertan (Generalized Methodology of fuzzy rule interpolation, GM) referenciapont (RP) segítségével jellemzi a fuzzy halmazok helyzetét. Így az A_k halmaz az A_l -t megelőző ($A_k \prec A_l$), ha $RP(A_k) < RP(A_l)$. A GM a halmazok távolságát referenciapontjaik euklideszi távolságával jellemzi.

Ez a megoldás kisebb számításgényű és szélesebb körben alkalmazható, mint az α -vágat alapú fuzzy távolságok. A GM moduláris felépítésének köszönhetően az általa megfogalmazott egyes részfeladatok több, különböző módszerrel is megoldhatóak. E jellemzőt szem előtt tartva ismertetjük a következőkben a módszertan fontosabb elemeit. A GM két lépésben számítja a következményt. Az első lépésben egy új szabályt interpolál a megfigyeléssel azonos pozícióban, ami azt jelenti, hogy az új szabály minden antecedens nyelvi értékének referenciapontja egybeesik a neki megfelelő dimenzióbeli megfigyelést leíró fuzzy halmaz referenciapontjával. A módszertan első lépésében három feladatot kell megoldani. Ezek a következők:

- Az interpolált szabály antecedens halmazai alakjának a meghatározása halmaz-interpoláció segítségével.
- A konzekvens halmazok helyzetének meghatározása egy éles interpolációs/approximációs módszer segítségével.
- Az interpolált szabály konzekvens halmazai alakjának meghatározása. A feladat hasonlóságából adódóan célszerű itt is az antecedens halmazalak számítására alkalmazott módszert használni.

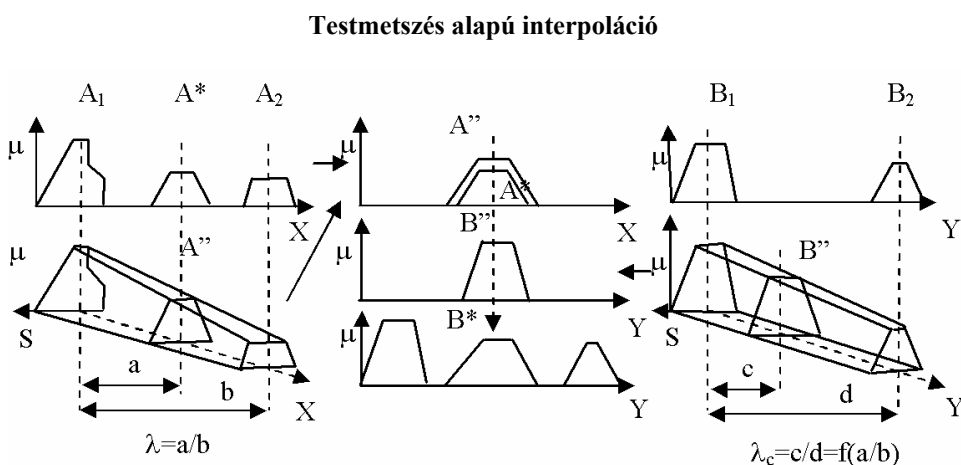
A második lépésben az újonnan létrehozott szabály segítségével állítják elő a következményt. Bár a megfigyelés és az új szabály antecedens halmazainak referenciapontjai azonosak minden bemeneti dimenzióban, a halmazalakok általános esetben eltérőek lehetnek. Ezért a következményt egy ún. egyszabályos (szabálmódosításon alapuló) következtetési módszer segítségével állítják elő. Ezen módszernek az az alapgondolata, hogy amilyen mértékben hasonlít a megfigyelés a szabály antecedensére, ugyanolyan mértékben kell hasonlítani a következmény a szabály konzekvensére.

A továbbiakban először áttekintünk néhány, a *Baranyi és mtsai.* (2004) irodalom által is javasolt olyan eljárást, amely a GM valamely szakaszában alkalmazható, majd három teljes módszert vizsgálunk meg.

Testmetszés alapú interpoláció

A Baranyi és Kóczy által kidolgozott testmetszés alapú halmaz-interpoláció (Solid Cutting Method, SCM) (Baranyi és Kóczy. 1996) egy speciális háromdimenziós megközelítést alkalmaz. Először az A^* megfigyelést (1. ábra) közrefogó két antecedens halmaz (A_1 és A_2) referenciapontjainál egy-egy függőleges tengelyt határoznak meg, majd ezek körül 90° -kal elforgatják a két halmazt. Az így módon előállított virtuális teret az S , X és μ ortogonális koordinátatengelyek határozzák meg. A két halmaz a $\mu \times S$ síkkal párhuzamos síkokban fog elhelyezkedni.

1. ábra



Forrás (Source): Baranyi és mtsai. (1996)

Figure 1: Solid Cutting Method

Ezután egy felületet illesztenek a két halmaz körvonalára és tartózára, ami egy testet eredményez, majd a megfigyelés referenciapontjánál elmetszik a testet egy, a $\mu \times S$ -sel párhuzamos síkkal. A metszetet visszaforgatva a $\mu \times X$ síkba megkapják a becsült szabály antecedensét. Az új szabály következményét analóg módon a két szomszédos konzekvens- és a referenciapont ismeretében határozzák meg.

A módszer előnye, hogy bármilyen konvex halmazalak esetén alkalmazható, és mindig érvényes halmazalakot eredményez. Az SCM hátránya, hogy implementációja igen bonyolult és számításigényes akkor, amikor nem trapéz vagy trapézzal leírható (háromszög, singleton) alakúak az ismert fuzzy halmazok.

Hasonlóság-megőrzési módszer

A Yan és mtsai. (1996) által javasolt hasonlóság-megőrzési módszer (Similarity Transfer, ST) a GM második lépésében alkalmazható a következmény kiszámítására. Az eljárás alap gondolata az, hogy az α -vágatokat a referenciapontnál két részre osztják, majd egy alsó és felső hasonlósági mértéket (2. ábra b/a és f/c) számolnak a szabályantecedens (A_1) és a megfigyelés (A^*) között az azonos oldali α -vágatrészek arányaként.

2. ábra

Az ST módszer jelölésrendszere

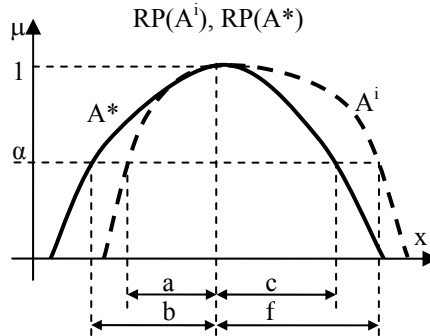


Figure 2: Notation of ST Method

A következményt α -vágatonként számítják. A végpontokat úgy határozzák meg, hogy a szabály konzekvenséhez mért alsó és felső hasonlósági értéke egyezzen meg a feltétel oldalon számolt értékekkel.

Az eljárás egyszerű, kis számításigényű és hatékonyan alkalmazható kis karakterisztikus pontszámmal leírható CNF halmazalakok esetén. Az eljárás gyenge pontjai a következők: nem képes egyelemű megfigyelések kezelésére, szubnormális és nemkonvex esetekben nem használható, és nem tartalmaz megoldást a valós alkalmazásokban legtöbbször előforduló többdimenziós antecedens alaphalmaz esetére.

A lineáris revíziós elven alapuló módszerek: rögzített pont törvénye és rögzített érték törvénye

A Shen mtsai. által kidolgozott lineáris revíziós elven alapuló módszerek (pl. Shen és mtsai. 1993) jól alkalmazhatók a GM koncepción alapuló szabály-interpolációban. A jelen szakasz két ilyen eljárást (FPL és FVL) tekint át röviden.

A **rögzített pont törvénye** (Fixed Point Law, FPL) (Shen és mtsai. 1993) egy interrelációnak nevezett függvénykapcsolat (Inter-Relation Function, IRF) segítségével egy egyértelmű leképezést definiál a szabály antecedens- (A^i) és a konzekvens- (B^i) halmazának elemei között. Az így meghatározott téglalapot interrelációs területnek (InterRelation Area, IRA) nevezi. A továbbiakban, amennyiben ez szükséges, az IRA-t és az érintett két fuzzy halmazt arányosan módosítja ($A^i, B^i \rightarrow A', B'$) úgy, hogy elérje az egybeesést az IRA megfelelő oldala és megfigyelés (A^*) tartója között (3. ábra). A továbbiakban az eljárás abból a feltételezésből indul ki, hogy az így kapott IRF azonos a megfigyelés (B^i) és a következmény (B^*) közötti valós interrelációs kapcsolattal. Ezért a becsült következmény pontjait úgy számolja ki, hogy az A^* minden kiválasztott halmazelemére kiszámolja a megfigyelés és az antecedens nyelvi értékhez való tartozás mértékét kifejező tagsági függvények különbségét, és ugyanezzel az értékkel módosítja a B' konzekvens halmaz interreláció által meghatározott pontjának tagsági értékét.

3. ábra

Interrelációs függvény és terület valamint a következmény számítása

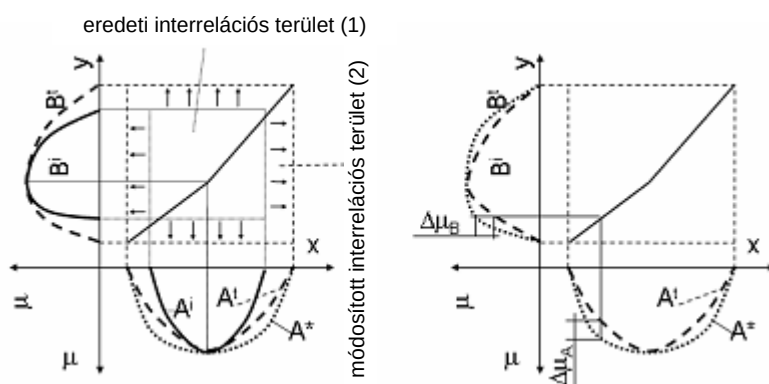


Figure 3: Inter-Relation Function, and Calculation of Consequent

Origin Inter-Relation Area(1), Modified Inter-Relation Area(2)

Az eljárás előnyös tulajdonsága, hogy az IRF bevezetése egy jól hangolható technikát eredményez. Hátrányaként említhető az IRF használat és az IRA módosítás következtében megnövekedett számításigény, a bonyolultabb megvalósíthatóság és az a tény, hogy csak CNF halmazok esetén használható. Az FPL-t eredetileg egydimenziós esetre dolgozták ki, de a (Baranyi és mtsai. 2004) irodalomban találunk megoldási javaslatot a többdimenziós alkalmazásra is.

A **rögzített érték törvénye** (Fixed Value Law, FVL) (Shen és mtsai. 1993) a tagsági függvény értékek (μ) mentén haladva határozza meg a következményt (4. ábra). Minden szükséges α -szinten a megfigyelés (A^*) és az antecedens (A^l) halmazok azonos oldali vágatvégpontjainak távolságából (Δx_L és Δx_U a 4. ábrán) kiindulva számítja ki, hogy milyen mértékben (Δy_L és Δy_U) szükséges eltolni a konzekvens vágat végpontjait a módosítás során.

4. ábra

Az FVL jelölésrendszere

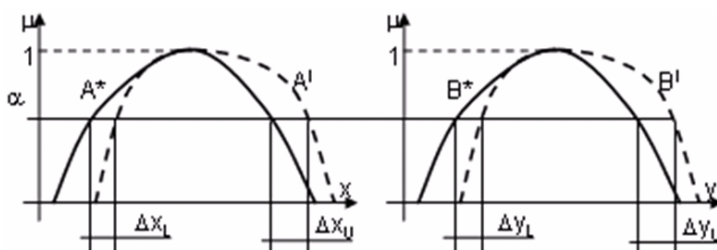


Figure 4: Notation of FVL

A módszer egyszerű, kis számításigényű, és hatékonyan alkalmazható kis karakterisztikus pontszámmal leírható konvex és normál halmazalakok esetén. Hátrányos tulajdonsága az, hogy a kapott eltolásérték erősen függ attól, hogy a szabályantecedens és -konzekvens milyen távolságban helyezkedik el saját alaphalmazának alsó és felső végpontjaitól. Könnyen előfordulhat olyan abnormális eredmény, amikor egy halmazelemhez több tagsági érték is tartozik. Az eljárás csak CNF halmazok esetén használható. Az FVL-t eredetileg egydimenziós esetre dolgozták ki, de a (Baranyi és mtsai. 2004) irodalomban találunk megoldási javaslatot a többdimenziós alkalmazásra is.

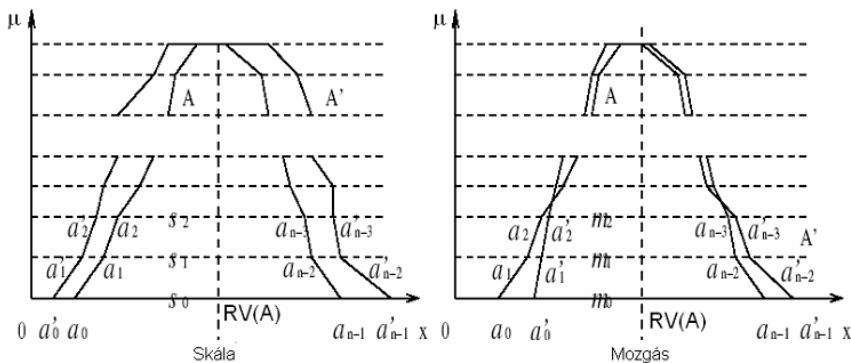
Interpoláció általánosított reprezentatív értékekkel

Az interpoláció általánosított reprezentatív értékekkel (Interpolation with Generalized Representative Values, IGRV) módszert Huang és Shen dolgozta ki (Huang, Shen 2004). Az eljárás először minden halmazhoz egy reprezentatív értéket (RV) számol, ami azonos a más módszerekben alkalmazott referenciaponttal. Az interpolált szabály antecedensét α -vágatonként határozzák meg úgy, hogy a következő két feltétel teljesüljön: (1) az antecedens halmaz reprezentatív értéke essen egybe a megfigyelés RV-jével, és (2) az antecedens halmaz α -vágatainak végpontjai olyan arányban osszák fel a szomszédos antecedens halmazok azonos (bal vagy jobb) oldali α -vágat végpontjai közötti távolságot, mint amilyen arányban a megfigyelés RV pontja felosztja ezen halmazok RV-i közötti távolságot. A szabály konzekvens halmazát ugyanezen elv alkalmazásával számítja az eljárás.

A megfigyelés és az új szabály antecedens halmaza közötti hasonlóságot ún. skála- és mozgás-transzformációkkal (5. ábra) jellemzik. A következményt úgy állítják elő, hogy ugyanezen transzformációkat hajtják végre a konzekvens halmazon, és alkalmazzák az érvényességet biztosító megkötéseket.

5. ábra

Skála- és mozgástranzformációk



Forrás (Source): (Huang és Shen 2004)

Figure 5: Scaling and Moving Transformations

A módszert eredetileg sokszög alakú (szakaszonként lineáris tagsági függvényű) fuzzy halmazokhoz dolgozták ki, de kellő számú α -vágat esetén elméletileg más

halmazalakokra is kiterjeszthető, azonban szubnormális halmazok kezelésére nem képes. Az IGRV a többdimenziós bemenetnél is alkalmazható.

Polárvágat alapú szabály-interpoláció

A polárvágat alapú szabály-interpoláció (Fuzzy Rule Interpolation based on POLar Cuts, FRIPOC) módszert Johanyák és Kovács dolgozta ki (Johanyák és Kovács 2006b). A GM-et követve első lépésében polárvágat alapú halmaz-interpolációval (FEAT-p) határozza meg az új szabály feltétel részét, majd a Shepard interpoláció (Shepard 1968) többdimenziós esetre kiterjesztett változatának adaptálásával számítja a konzekvens halmaz helyzetét, és végül a szintén polárvágat alapú SURE-p eljárás segítségével határozza meg a következményt.

Polárvágaton alapuló halmaz-interpoláció

A Johanyák és Kovács által kidolgozott polárvágaton alapuló halmaz-interpoláció (Fuzzy sEt interpolAtion based on linguistic Term shifting and polar cuts, FEAT-p) (Johanyák és Kovács, 2006b) a nyelvi értékek eltolásával és az ún. polárvágatok segítségével oldja meg a halmaz-interpoláció feladatát.

A nyelvi értékek eltolási elvének (Johanyák és Kovács, 2006d) az alapgondolata az, hogy meghatározzák az alaphalmaz összes ismert fuzzy halmazának referenciapontját, majd eltolják őket vízszintesen úgy, hogy referenciapontjuk essen egybe az interpolációs ponttal (ld. 6. ábra jobb oldal). Ezután az egymást átfedő alakzatok felhasználásával meghatározzák az új fuzzy halmazt. A számítások során nem csak az interpoláció helyét közrefogó két fuzzy halmazt, hanem az alaphalmazon értelmezett összes ismert halmazt figyelembe veszik. Így vélhetően jobb halmaz-approximáció érhető el, és a számítási igény sem növekszik jelentős mértékben. Továbbá kis halmazszámú partíciókat feltételezve általában egyszerűbb az összes halmazt felhasználni, mint kikeresni a két közrefogó szomszédosat. Mindemellett előnyt jelenthet, hogy a halmaz-interpolációs eljárás így egyben extrapolációra is alkalmazhatóvá válik.

6. ábra

Eredeti fuzzy halmazok (nyelvi értékek) és az eltolás eredménye

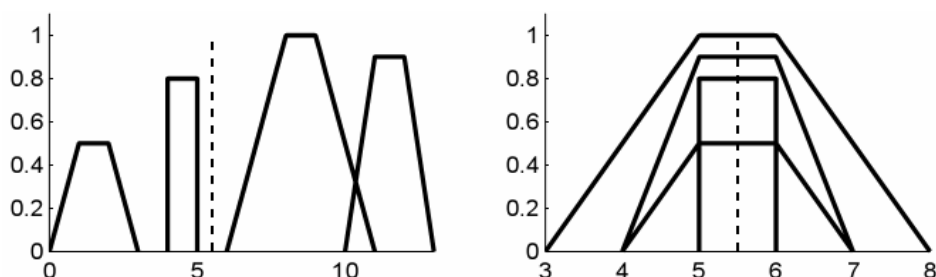


Figure 6: Original Fuzzy Sets (Linguistic Values) and the Result of the Shift

Az új nyelvi érték alakjának számításához az eljárás bevezeti a fuzzy halmaz polárvágatának fogalmát. Ennek érdekében egy poláris koordináta-rendszert illesztenek a halmazhoz (7. ábra) úgy, hogy a középpont essen egybe a nyelvi érték referenciapontjának

megfelelő halmazelemmel. A polárvágat $[A]_{\theta} = \{\rho, \theta\}$ értékpár, ami a halmazalak egy pontját írja le annak poláris távolságával (ρ) és poláris szögével (θ) (7. ábra).

7. ábra

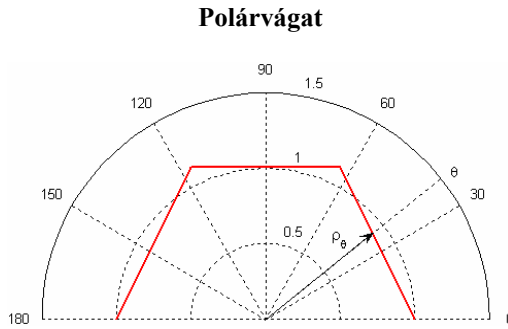


Figure 7: Polar cut

A FEAT-p halmaz-interpolációs módszer abból a feltevésből indul ki, hogy minden konvex fuzzy halmaz felbontható polárvágatokra, és leírható polárvágatok összességeként. Az interpolált fuzzy halmaz alakja az egyes polárvágatokra végzett számítások uniójaként áll elő. Az új fuzzy halmaz minden polárvágatát úgy kapják meg, hogy a meglévő (egymásra tolt) halmazok azonos polárszög alatti polártávolságainak súlyozott átlagát képzik. Természetes követelmény, hogy azok a halmazok, amelyek eredetileg az interpolációs pont közelében voltak nagyobb hatást gyakoroljanak az eredményre, mint azok, amelyek a partíció távolabbi részeiben helyezkedtek el. A súlytényező feladata ezen igény kielégítése. A súlytényező értékét az érintett halmaz- és az interpolációs pont közötti távolság függvényében határozzák meg.

Az eljárás egyik lényeges előnyös tulajdonsága, hogy bármilyen érvényes halmazalak esetén alkalmazható, valamint nem szükséges, hogy az ismert fuzzy halmazok azonos alakúak és magasságúak legyenek, azaz egy vagy több halmaz szubnormális is lehet. Továbbá az eljárás egyaránt alkalmazható interpolációra és extrapolációra is. A módszer hátrányos tulajdonsága, hogy mivel nem őrzi meg a szakaszonkénti lineáris jelleget, így az eredmény meghatározásához nagyszámú polárvágatra van szükség, ami növeli a számításigényt.

Polárvágat alapú egyszabályos következtetés

A Johanyák és Kovács által javasolt polárvágat alapú egyszabályos következtetés (Johanyák és Kovács 2006b) (Single rUle REasoning based on polar cuts, SURE-p) polárvágatok és súlyozott átlagszámítás segítségével oldja meg a szabálmódosításos következtetés feladatát.

A SURE-p módszernél a szabálmódosítás alapjául szolgáló hasonlóság-értékelést a polárvágatonkénti eltérések segítségével valósítják meg. A módszer alap gondolata az antecedens oldalon mért átlagos eltérések megőrzése és alkalmazása a konzekvens oldalon.

A számításokat $\pi/2$ -es polárszögnél (a referenciapontnak megfelelő tagsági értéknél) kezdik, és külön-külön határozzák meg a bal és jobb oldali él pontjait. Az érvényes halmazalak biztosítása érdekében kapott pontsoron egy ellenőrző és javító

algoritmust hajtanak végre, ami két megfontoláson alapszik. Ezek a jobb oldali él esetén az alábbiak.

- Az aktuális pont vízszintes irányú távolsága a polár koordináta-rendszer középpontjától nem lehet kisebb, mint az öt megelőző pont ugyanilyen távolsága.
- Az aktuális pont függőleges irányú távolsága a polár koordináta-rendszer középpontjától (magasság) nem lehet nagyobb, mint az öt megelőző pont ugyanilyen távolsága.

Az eljárás előnyös tulajdonsága, hogy bármilyen érvényes halmazalak esetén alkalmazható, valamint nem szükséges hogy a számítások során felhasznált fuzzy halmazok azonos alakúak és magasságúak legyenek, azaz egy vagy több halmaz szubnormális is lehet. Amennyiben a megfigyelés azonos valamely szabály antecedensével, a SURE-p módszer nem módosítja a szabály konzekvensét, így teljesül a szabálybázissal való kompatibilitás iránti igény. Az eljárás egy- vagy többdimenziós antecedens univerzum esetén is egyaránt alkalmazható, azonban nem alkalmas a partícióra jellemző alakzattípus megőrzésére. A megfigyelés fuzzy jellegének csökkenése a következmény fuzzy jellegének csökkenését vonja maga után.

Legkisebb négyzetek elvén alapuló szabály-interpoláció

A legkisebb négyzetek elvén alapuló szabály-interpoláció (LEast Squares based Fuzzy Rule Interpolation, LESFRI) módszert Johanyák és Kovács dolgozta ki (Johanyák 2007). A módszer első lépésében a segéd szabály antecedens és konzekvens nyelvi értékeinek meghatározására a legkisebb négyzetek elvén alapuló halmaz-interpolációt (FEAT-LS) alkalmazza. Az új szabály konzekvens halmazának referenciapontjának meghatározása a FRIPOC-nál is alkalmazott módszerrel történik. A LESFRI eljárás második lépésében a legkisebb négyzetek módszerén alapuló SURE-LS technika segítségével határozzák meg a következményt.

Legkisebb négyzetek elvén alapuló halmaz-interpoláció

A Johanyák és Kovács által kidolgozott legkisebb négyzetek elvén alapuló halmaz-interpoláció (Fuzzy sEt interpolAtion based on the method of Least Squares, FEAT-LS) (Johanyák 2006a) a nyelvi értékek eltolásával, valamint a legkisebb négyzetes eltérésű halmazalak megkeresésével oldja meg a halmaz-interpoláció feladatát. A FEAT-p módszerhez hasonlóan alkalmazza a nyelvi értékek eltolásának elvét, valamint az összes ismert fuzzy halmazt felhasználja a számítások során. Így egyaránt alkalmazható interpolációs és extrapolációs feladatokra is.

A számítások során az új halmaz alakját definiáló karakterisztikus pontokat α -vágatonként határozzák meg úgy, hogy hozzájuk viszonyítva az ismert halmazok azonos α -szintű pontjai a lehető legkisebb négyzetes eltérést mutassanak.

A halmazalakot a referenciapontnál két részre (élre), egy bal oldalira és egy jobb oldalira bontják úgy, hogy mindkét él tartalmazza a referenciapontot és az alakzatot a saját oldalán definiáló töréspontokat. Ezután a két élre külön-külön, csak az adott oldal töréspontjainak megfelelő α -szinteken végzik el a számításokat. Ez a megközelítés kis számításigényű annak következtében, hogy mindkét oldalon csak a feltétlenül szükséges α -szintszámmal kell dolgozni. Az így meghatározott pontok lesznek az új halmaz karakterisztikus pontjai. A tagsági függvény fennmaradó részét úgy kapják meg, hogy a karakterisztikus pontokat egyenesekkel kötik össze.

A számítások során csak a karakterisztikus pontok abszcisszáinak meghatározása szükséges, az ordináta értékek azonosak az ismert halmazok megfelelő karakterisztikus

pontjainak ordináta értékeivel. A módszer a legnagyobb α -szintű vágattól indul az $\alpha=0$ szint irányába. A két él közös pontjaként megjelenő referenciapont abszcisszáját az interpoláció helye, míg tagsági értékét a partícióra jellemző legmagasabb α -szint határozza meg.

A FEAT-LS eljárás legfontosabb előnyös tulajdonsága alacsony számításigénye és alakzatmegőrző képessége. Bár alapvetően arra az esetre lett kidolgozva, amikor a partíció minden fuzzy halmaza azonos alakzattípusba tartozik, de mivel a módszer α -vágat alapú, így vegyes alakzatok esetén is képes értelmezhető eredmény előállítására. Az egyetlen megkötés az, hogy minden halmaz magassága azonos kell legyen. Ezeken kívül eljárás extrapolációs képességgel is rendelkezik.

Legkisebb négyzetek elvén alapuló egyszabályos következtetés

A Johanyák és Kovács (2006c) által megalkotott legkisebb négyzetek elvén alapuló egyszabályos következtetés (Single rULE REasoning based on the method of Least Squares, SURE-LS) α -vágatonként haladva a konzekvens partícióra jellemző halmazalak típus megőrzésével oldja meg a szabálmódosításos következtetés feladatát. Első lépésben összeállítják azon α -szintek halmazát, amelyek tartalmazzák az összes antecedens- és konzekvens dimenzióban a töréspontok jellegzetes magasságait szakaszonként lineáris halmazalak esetén, illetve a karakterisztikus pontoknak megfelelő szinteket más nyelvi érték alakoknál.

A számítások további részét külön-külön végzik el a referenciapont tagsági szintjénél szétválasztott bal és jobb oldali élre. Először minden antecedens dimenzióban minden α -szintre meghatározzák az interpolált szabály antecedens α -vágatának alsó végpontja és a megfigyelés halmaz α -vágatának alsó végpontja közti eltérést (8. ábra).

8. ábra

Megfigyelés (A^*) és antecedens (A_i) halmaz bal oldali eltérése az i . dimenzióban az α -szinten

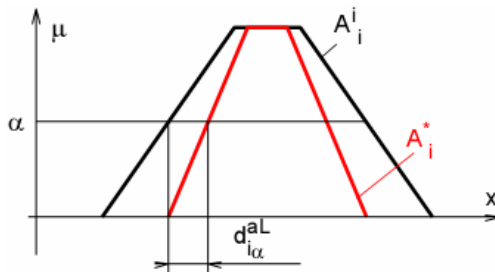
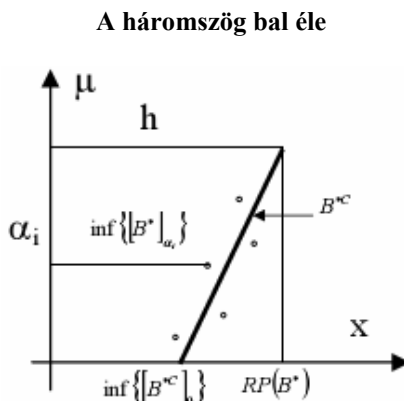


Figure 8: Left Side Deviation between the Observation (A^*) and the Antecedent (A_i) Sets in the i th Dimension at α -Level

Ezt követően minden α -szintre kiszámítják az átlagos eltérést. A SURE-LS módszernél a szabálmódosítás alapjául szolgáló hasonlóság-értékelést az α -vágatonkénti eltérések segítségével oldják meg. A módszer alap gondolata az antecedens oldalon mért átlagos eltérések megőrzése és alkalmazása a konzekvens oldalon. Ennek tükrében a következményt α -vágatonként határozzák meg.

A SURE-LS eljárás kifejezetten arra az esetre lett kifejlesztve, amikor a konzekvens partíció minden nyelvi értéke azonos alakzattípusba tartozik. Ezért következő lépésként a legkisebb négyzetek módszerének alkalmazásával megkeresik azt a halmazalakot, ami illeszkedik a partíció sajátosságaihoz, és emellett a lehető legkisebb vízszintes irányú négyzetes eltéréssel rendelkezik a számított pontoktól (9. ábra).

9. ábra



Forrás (Source): Johanyák (2007)

Figure 9: The Left Flank of the Triangle

A fentiek következtében a további számítások menete az adott alakzattípustól függ. Például szingleton típus esetén a végeredmény is egy szingleton alakú nyelvi érték lesz, amely a következmény referenciapontja által meghatározott pozícióban helyezkedik el. A módszer értékeléseként elmondható, hogy mindig érvényes halmazalakot eredményez, és megőrzi a konzekvens partíció jellegzetes halmazalak típusát. Amennyiben a megfigyelés azonos valamely szabály antecedensével, az eljárás nem módosítja a szabály konzekvensét, így biztosított a szabálybázissal való kompatibilitás iránti igény kielégítése. A SURE-LS az α -vágat alapú technikának köszönhetően vegyes alakzatoknál is alkalmazható, amennyiben egy kellően általános befoglaló alakzattípust tudunk definiálni, és az összes fuzzy halmaz úgy antecedens-, mint konzekvens oldalon azonos magasságú. A módszer egy- és többdimenziós antecedens- és konzekvens oldalán azonos magasságú. A módszer egy- és többdimenziós antecedens- és konzekvens oldalán azonos magasságú. A módszer egy- és többdimenziós antecedens- és konzekvens oldalán azonos magasságú. A módszer egy- és többdimenziós antecedens- és konzekvens oldalán azonos magasságú.

ÖSSZEGRÖZÉS

Fuzzy szabály-interpoláción alapuló következtetés segítségével olyan esetekben is értelmezhető következmény generálható, amikor a fedő szabálybázist feltételező kompozíciós módszerek nem alkalmazhatóak. Cikkünkben az FSZI általánosított módszertanáról (GM), annak két lépésében alkalmazható négy eljárásról és a GM-et követő három teljes módszerről nyújtottunk rövid áttekintést és értékelést. Az alkalmazott egyenletek ismertetése nélkül csak az alapgondolat és a lényeges lépések bemutatására törekedtünk, megemlítve az előnyös és hátrányos tulajdonságokat.

Összefoglalásként elmondható, hogy a korai FSZI megoldásoktól eltérően mindegyik ismertetett eljárás érvényes halmazalakkal rendelkező következményt eredményez. Az SCM-FPL páros és a FRIPOC bármely, akár szubnormális esetben is alkalmazható, de ennek a nagyobb számítási igény az ára. Az α -vágat alapú megoldások csak abban az esetben használhatóak, amikor minden tagsági függvény alak azonos magasságú, és itt is a szakaszonkénti lineáris halmazalakoknál igazán előnyösek. Ez utóbbi esetben a felsorolt lehetőségek közül a LESFRI nyújtja a leggyorsabb eredményt.

KÖSZÖNETNYÍLVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetüket fejezik ki az OTKA-nak (K77809) és a Kecskeméti Főiskola GAMF Karának (1KU31) a kutatáshoz nyújtott támogatásért.

IRODALOMJEGYZÉK

- Baranyi, P., Kóczy, L.T. (1996): A General and Specialised Solid Cutting Method for Fuzzy Rule Interpolation. In: Journal BUSEFAL. URA-CNRS : Toulouse, France. 66. 13-22. p.
- Baranyi, P., Kóczy, L.T., Gedeon, T.D. (2004): A Generalized Concept for Fuzzy Rule Interpolation. In: IEEE Transaction on Fuzzy Systems. ISSN 1063-6706. 12. 6. 820-837. p.
- Huang, Z.H., Shen, Q. (2004): Fuzzy interpolation with generalized representative values. In: Proceedings of the UK Workshop on Computational Intelligence. 161-171. p.
- Johanyák Zs.Cs. (2006a): Fuzzy halmaz-interpoláció legkisebb négyzetek módszerével. In: Gép 2006/10, 51-57. p.
- Johanyák, Zs. Cs., Kovács, Sz. (2006b): Fuzzy Rule Interpolation Based on Polar Cuts. In: Computational Intelligence, Theory and Applications, Springer : Berlin Heidelberg, 499-511. p.
- Johanyák, Zs. Cs., Kovács, Sz. (2006c): Fuzzy Rule Interpolation by the Least Squares Method. In: Proceedings of the 7th International Symposium of Hungarian Researchers on Computational Intelligence (HUCI 2006), Budapest, Hungary, 495-506. p.
- Johanyák, Zs.Cs., Kovács, Sz. (2006d): Fuzzy set approximation using polar coordinates and linguistic term shifting. 4th Slovakian-Hungarian Joint Symposium on Applied Machine Intelligence (SAMI 2006), Herl'any, Slovakia, 219-227. p.
- Johanyák, Zs.Cs., (2007): Fuzzy szabály-interpolációs módszerek és mintaadatok alapján történő automatikus rendszergenerálás, Ph.D. értekezés, Miskolci Egyetem, Hatvany József Informatikai Tudományok Doktori Iskola
- Kóczy, L. T., Hirota, K. (1991): Rule interpolation by α -level sets in fuzzy approximate reasoning. In: Journal BUSEFAL, URA-CNRS : Toulouse, France. 46. 115-123. p.
- Mamdani, E.H., Assilian, S. (1975): An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. In: International Journal of Man Machine Studies. 7. 1-13. p.
- Shen, Z., Ding, L., Mukaidono, M. (1993): Methods of revision principle. In: Proceedings of the 5th IFSA World Congress, Seoul, Korea. 246-249. p.
- Shepard, D. (1968): A two dimensional interpolation function for irregularly spaced data. In: Proceedings of the 23rd ACM International Conference, New York, USA, 517-524. p.

- Takagi, T., Sugeno, M. (1985): Fuzzy identification of systems and its applications to modeling and control, in IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics. 15. 116-132. p.
- Tikk, D., Baranyi, P. (2000): Comprehensive analysis of a new fuzzy rule interpolation method. In: IEEE Transactions on Fuzzy Systems. 8. 281-296. p.
- Yan, S., Mizumoto, M., Qiao, W.Z. (1996): An Improvement to Kóczy and Hirota's Interpolative Reasoning in Sparse Fuzzy Rule Bases. In: International Journal of Approximate Reasoning. 15. 185-201. p.
- Zadeh, L. A. (1973). Outline of a new approach to the analysis of complex systems and decision processes. In: IEEE Transactions on System, Man and Cybernetics. 3. 28-44. p.

Levelezési cím (*Corresponding author*)

Berecz Antónia

Dennis Gabor Applied University, Institute of Technology and Principle Science
H-1115 Budapest, Etele út 68.

Gábor Dénes Főiskola, Műszaki és Alaptudományi Intézet

1115 Budapest, Etele út 68.

Tel.: 36-1-203-0304/8051

e-mail: berecz@gdf.hu



Számítógépes szimulációs példák néhány keresési módszer oktatásához a mesterséges intelligencia területén

Kaczur S.

Gábor Dénes Főiskola, Informatikai Intézet, 1115 Budapest, Etele út 68.

ÖSSZEFOGLALÁS

A műszaki tárgyak, különösen az informatika oktatása területén számos esetben előtérbe kerül a számítógépes szimuláció, mint a szemléltetés egyik látványos módszere. A Gábor Dénes Főiskolán a Mesterséges intelligencia tantárgy keretében több szakon is folyik többféle számítógépes szimulációval támogatható feladat, probléma, módszer ismertetése, oktatása. Egy mesterséges intelligencia probléma megértése, a megoldáshoz vezető állapottér reprezentációja, döntéshozatal az aktuális állapottól függően, összetett probléma a hallgatók számára. Elkészítésre kerül egy grafikus felhasználói felülettel rendelkező, felhasználóbarát módon működő szoftvert, amely többféle szimulációs algoritmus bemutatására alkalmas. A szoftver előadáson és gyakorlaton történő alkalmazásán túl – megvalósulása után – szabadon letölthető a főiskola ILIAS nevű tananyagfejlesztő és távoktató e-learning keretrendszeréből, így a hallgatók egyénileg kipróbálhatják, tesztelhetik, megérthetik annak működését. A cikk ismerteti a szoftver tervezésének, megvalósításának lépéseit.

(Kulcsszavak: Programozás, oktatás, szimuláció, e-learning, mesterséges intelligencia)

ABSTRACT

Computer simulation examples for teaching of searching methods in the section of artificial intelligence

S. Kaczur

Dennis Gabor Applied University, Institute of Informatics, H-1115 Budapest, Etele út 68.

Solving problems by computer simulation is an important part of courses related to technology, especially in the case of information technology. Computer simulation also provides efficient possibilities for demonstration aims. I taught Artificial Intelligence in Dennis Gabor Applied University. In order to familiarize students more extensively with the methodology of subject the examples of the practical problems are illustrated and solved by computer simulation. Understanding AI problems, setting up the state space and making decision by the instantaneous states are difficult problems for the students. I develop a software with graphical user interface to simulate and demonstrate some algorithms. This software will be used in our seminars and trainings and will have been downloaded from ILIAS. ILIAS is our open source web-based learning management system. It is very useful for students to have possibility to learn themselves and to test their knowledge. Development steps of this software are shown in this paper.

(Keywords: programming, teaching, simulation, e-learning, artificial intelligence)

A SZIMULÁCIÓ

A szemléltetés legsokoldalúbb eszköze a szimuláció. Olyan esetekben célszerű használni, amikor:

- a valós kísérletek elvégzése rendkívüli költségekkel járna (pl.: úrkutatói kísérlet),
- a valós kísérletek produkálása felmérhetően/felmérhetetlenül nagy veszélyt jelentene (pl.: különböző robbantási kísérlet),
- a vizsgálandó/bemutatandó esemény nagyon ritkán fordul elő a természetben (pl.: szivárvány) stb.

A szimuláció elvitathatatlan előnye, hogy megállítható, képenként/mozzanatonként mutatható be a jelenség. Az egyes képi megjelenítéseket pedig szöveges magyarázattal is el lehet látni.

A szimuláció megvalósításának elengedhetetlen feltétele, hogy a folyamatot a szimulációnak megfelelő mélységben ismerjük (pl.: a szivárvány szimulációjához elég a fénytörés fizikáját ismerni, nincs szükség a fény részecsketulajdonságainak ismeretére) (Horváth és mtsai, 1995).

A JÁTÉK

A vizsgált témában a „Tili-toli” nevű logikai játék, vagy más néven „8-as játék” állapotterét kell ismerni ahhoz, hogy a játék menetét a hozzá kapcsoló *Mesterséges intelligencia* című tárgy oktatási anyagaként be lehessen mutatni.

A „8-as játék” állapotter-reprezentációja

A 8-as játék probléma közismert.

A feladat állapottere a 9 négyzetből adódó permutációk alapján $9! = 362880$. A startállapotban az egytől nyolcig számozott és az üres négyzet tetszőlegesen helyezkedhet el egy 3×3 -as táblán.

A többféleképpen megadható célállapot csak a tetszőleges kiinduló állapotok feléből érhető el – mindez a startállapotról jellemző inverziószám alapján eldönthető. Legyen egy startállapot sorfolytonosan leírva az alábbiak szerint (az üres négyzetet nullával jelölve): 308456172 (Szalay, 2004).

E 9 elemű halmaz permutációjában két elem inverzióban áll, ha közülük a nagyobbik megelőzi a kisebbiket: 3-0, 3-1, 3-2, 8-4, 8-5, 8-6, 8-1, 8-7, 8-2, 4-1, 4-2, 5-1, 5-2, 6-1, 6-2, 7-2. Ez a permutáció páros, inverziószáma 16, azaz páros. Ebből az következik, hogy az 123804765 rögzített célállapot elérhető, azaz a feladatnak van megoldása. A megoldáson az egymást követő véges sok lépés (művelet) sorozatát értjük, azaz az állapotter elemeit. Egy lépés azt jelenti, hogy az üres négyzet helyet cserél egyik szomszédjával (Russel és Norvig, 2000).

Más megközelítésben: ha a játékot valós formájában játsszuk, akkor a négyzetek csak tologathatók, nem eshetnek ki a táblából. Ha az általunk tekintett célállapotról kiindulva bármilyen állapotot előállítottunk, akkor azt startállapotnak tekintve, az eredeti célállapot elérhető. Ha a táblából kiesnek a négyzetek, akkor véletlenszerűen előállított startállapotok közül csak az esetek felében kaphatjuk meg tologatással a célállapotot.

A művelet jelentse az üres hely mozgását a négy irány közül (balra, felfelé, jobbra, lefelé) mindig csak a lehetséges irányokba, előre rögzített sorrendben. Mátrix-reprezentációban a művelet során a nullát felcseréljük egy másik számmal. A műveletek

költségét egységnek tekintjük, a megoldhatóságra és a lépésszáma helyezzük a hangsúlyt (*Sántáné-Tóth*, 1998).

Két – a 8-as játék megoldására alkalmas – algoritmust kívánunk bemutatni, több változatban. Mindkettő a nemmódosítható vezérlési stratégiák közé tartozik. Mindkettő heurisztikusnak tekinthető, mivel a célállapot eléréséhez szükséges műveletek számát becsüli. Egyik sem biztosít optimális megoldást, de még a megoldást sem garantálják. A páros inverziószámú startállapotot mindkét esetben feltételezzük.

A *W* függvény minden állapotban a célállapothoz képest nem a helyükön lévő négyzetek számának ellentettje. Alkalmazása során arra kell figyelni, hogy a függvény értéke állapotról-állapotra növekedjen, nem feltétlenül monoton módon. Ha ad megoldást, akkor a célállapotban a függvény értéke 0. Több lehetséges művelet esetén azt választjuk, amely nagyobb növekedést okoz, azaz közelebb visz a célállapothoz, vagy egyenlő értékek esetén a maximum négy irány rögzített sorrendje dönt (*Fekete és mtsai.*, 1999).

Két esetben nincs megoldás:

Ha a függvénynek helyi maximuma van, vagyis bármely további művelet csökkenti a függvényértéket, azaz tovább rontja az aktuális állapotot.

A függvényértékek ekvidisztáns felületet alkotnak, azaz egy adott állapotban bármely további művelet végrehajtása után megegyező függvényértékű állapotba kerülünk.

A *P* függvény minden állapotban a négyzetek célhelyétől mért távolság összegének ellentettje. Alkalmazása során szintén nem csökkenhet a függvény értéke.

A PROGRAM

A program adatszerkezetei közül az *AllapotTomb* -2-től 255-ig indexelt *TAllapot* típusú rekordokból álló tömb. A *TAllapot* rekord *Tabla* tömbje a 3x3-as kétdimenziós tömb, amely az összes állapotot (játékállást) tárolja a start- és célállapot között. Sor- és oszlopindexei 1-től 3-ig futnak. Az *AllapotTomb* néhány indexe: *csere*=-2, *cel*=-1, *start*=0, végül a *lepes* az aktuális index 1-től 255-ig.

Mindkét függvény esetén a program legfeljebb 255 lépésben próbálkozik megoldást találni, és észreveszi, ha a startállapot éppen a célállapottal egyezik meg.

A *W*függvény nevű függvény az üres négyzet helyzetét figyelmen kívül hagyva, a *db* változó segítségével megszámolja, hogy a *Tabla*[*i*,*j*]-edik elemei hány helyen térnek el a *lepes* helyzetben a célállapothoz képest. Végül visszaadja a kapott érték ellentettjét.

```
function Wfuiggvény (lepes: Integer): ShortInt; //állapotkiértékelő
függvény
var
    i, j,
    db: Byte; //az aktuális állapotban (lepes) hány négyzet nincs a
helyén
begin
    db:=0;
    for i:=1 to 3 do
        for j:=1 to 3 do
            if (AllapotTomb[lepes].Tabla[i,j]<>AllapotTomb[cel].Tabla[i,j])
                and (AllapotTomb[lepes].Tabla[i,j]<>0) then
                inc(db); //az üres nem számít
        Wfuiggvény:=(-1)*db;
    end;
```

A W függvény képlete:

$$\forall (i, j) \in [1;3], \text{ AllapotTomb}[lepes].\text{Tabla}[i, j] \neq 0 \Rightarrow W : N \rightarrow R_0^-,$$

$$W(lepes) := \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 db(\text{AllapotTomb}[lepes].\text{Tabla}[i, j] \neq \text{AllapotTomb}[cel].\text{Tabla}[i, j]) \quad (1)$$

A Pfüggvény nevű függvény az üres négyzet helyzetét figyelmen kívül hagyva, a hanyhely változót felhasználva az összeg változóba összegyűjti, hogy a Tabla[i, j]-edik elemei közül az egyes négyzetek mekkora távolságra (mozgásnyira) vannak a lepes helyzetben a célállapottól. Végül visszaadja a kapott érték ellentettjét. Ez a koordináta-rendszerben két pont Manhattan-távolságát jelenti (háztömb). A két külső ciklus az aktuális Tabla[i, j]-edik elemét vizsgálja. A két belső ciklus megkeresi az aktuális pozícióban lévő elem célállapotban lévő helyét: celi, celj. Az (i, j) és a (celi, celj) koordináták Manhattan-távolságát a hanyhely változó tartalmazza.

```
function Pfuggvény (lepes: Integer): ShortInt; //állapotkiértékelő
függvény
var //Manhattan-távolság
    i, j, k, l,
    összeg, //az akt. áll.-ban a négyzetek hány helynyire vannak a céltól
    hanyhely, celi, celj, ertek: Byte;
begin
    összeg:=0;
    for i:=1 to 3 do
        for j:=1 to 3 do
            begin
                ertek:=AllapotTomb[lepes].Tabla[i, j];
                if ertek<>0 then //az üres nem számít
                    begin
                        for k:=1 to 3 do //keresi a négyzet céláll.-ban lévő helyét
                            for l:=1 to 3 do
                                if ertek=AllapotTomb[cel].Tabla[k, l] then
                                    begin
                                        celi:=k;
                                        celj:=l;
                                    end;
                                hanyhely:=Abs(i-celi)+Abs(j-celj);
                                //ennyit kell mozgatni a négyzetet, hogy a helyére kerüljön
                                inc(összeg, hanyhely);
                            end;
                        end;
                    end;
                Pfuggvény:=(-1)*összeg;
            end;
        end;
    end;
```

A P függvény képlete:

$$\forall (i, j) \in [1;3], \text{ AllapotTomb}[lepes].\text{Tabla}[i, j] \neq 0 \Rightarrow P : N \rightarrow R_0^-,$$

$$P(lepes) := \sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 hanyhely((i, j), (celi, celj)), \text{ ahol } hanyhely = |i - celi| + |j - celj| \quad (2)$$

AZ EREDMÉNY ÉS HELYE AZ OKTATÁSBAN

A programot elindítva, majd algoritmust és lehetőséget választva az 1. ábrát kapjuk eredményül. Az *Indít* gombra kattintva legenerálódik az állapottér, és a fűlek segítségével bármelyik állapot megtekinthető. A *Start* fül a startállapotot tartalmazza. A kiválasztott függvény aktuális értéke mellett az aktuális állapotban lehetséges lépéseket is láthatjuk. Tovább lépéshez szükséges döntést akkor lehet hozni, ha választhatunk a számunkra lokálisan vagy globálisan kedvező lehetőségek közül. Ha a célállapot nem érhető el, akkor nem jelenik meg a *Cél* fül, és az utolsó fülön kiderül, miért állt le az algoritmus.

1. ábra

Egy lehetséges startállapot a W függvényhez

Figure 1. Optional start state for function *W*

A 8-as játék megoldására többféle heurisztika alkalmazható. A heurisztika olyan ötlet, tanács, amely gyakran hatékonyan alkalmazható, ám nem mindig érvényes. A feladatok megoldása során alkalmazható heurisztikus kiértékelő függvények a probléma egy-egy állapotához egy adott számot rendel.

Ha a *W* függvénynél figyelünk arra, hogy az egymást követő lépések ne legyenek egymás inverzei, akkor ezzel az állapottér grájában elkerültük a kettő hosszúságú köröket. Másképpen: ha nem engedjük meg az oda-vissza lépést, akkor így nem rekedhet meg az algoritmus. A *P* függvénynél erre – jellegéből adódóan – nincs szükség.

Ennél hosszabb körök is előfordulhatnak. Ezek figyelése összetett feltételeket kívánna. Ehelyett *A** algoritmus (többféle függvénnyel), vagy visszalépéses algoritmus

alkalmazása célravezetőbb lenne. Mindez ötletet adhat az elkészült szoftver továbbfejlesztéséhez (Cormen *et al.*, 2003).

A szoftver fejlesztése során lényeges szempont volt a felhasználóbarát grafikus felület, illetve az egyszerű kezelhetőség. A rendelkezésre álló fejlesztőeszközök közül a Delphi 7.0-ra esett a választás, többek között azért, mert képes olyan önállóan futtatható exe fájlt készíteni, amelyet telepíteni sem kell. Az elkészült oktatóprogram eleget tesz a követelményeknek (Bernát, 2003). Tantárgyhoz kapcsolódik, egy anyagrészének megértését segíti, megmutatja milyen alkalmazási lehetőségek adódnak, szimulációs lépéseken át a teljes probléma lépésről-lépésre megtekinthető, így következtetéseket is lehet levonni. Az előzetes tapasztalatok kedvezőek.

Jelenleg a Gábor Dénes Főiskola ILIAS keretrendszerében (<http://ilias.gdf.hu>) a *Mesterséges intelligencia* tantárgyhoz tartozó tantárgyi kezdőlapon megtalálható a tantárgyi útmutató, tantárgyleírás, MI fogalomtár, 42 kérdésből álló önellenőrző teszt. A tantárgyhoz tartozó fórum igen aktív. A tantárgyi csomaghoz tartozó tankönyv, példatár, előadásvázlat PDF formátumban letölthető. Néhány oktatóprogram is rendelkezésre áll, kipróbálható. A tantárgy kötelező a műszaki informatika és informatikus közgazdász szakos hallgatók számára. A nappali és távoktatás tagozaton jelentős eltérés mutatkozik a kontaktórák számában. Az említett tananyagok a tanévkezdéskor a hallgatók számára kiosztott *Hallgatói DVD*-n is elérhetők.

IRODALOM

- Bernát L. (2003): Az oktatóprogram készítés egy hatékony alternatívája, In: Acta Agraria Debreceniensis, 12. 1-6. p.
- Cormen T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L. (2003): Algoritmusok, Műszaki Könyvkiadó : Budapest 884. p.
- Fekete I., Gregorics T., Nagy S. (1999): Bevezetés a mesterséges intelligenciába, LSI Oktatóközpont : Budapest 293. p.
- Horváth L., Szlávi P., Zsakó L. (1995): Modellezés és szimuláció, ELTE : Budapest 109. p.
- Sántáné-Tóth E. (1998): Tudásalapú technológia, szakértő rendszerek, Miskolci Egyetem Dunaújvárosi Főiskolai Kar Kiadói Hivatala : Dunaújváros 298. p.
- Russel S.J., Norvig P. (2000): Mesterséges intelligencia modern megközelítésben, Panem Könyvkiadó : Budapest 1093. p.
- Szalay T. (2004): A mesterséges intelligencia alapjai példatár, LSI Informatikai Oktatóközpont : Budapest 74. p.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Kaczur Sándor

Gábor Dénes Főiskola, Informatikai Intézet

1115 Budapest, Etele út 68.

Dennis Gabor Applied University, Institute of Informatics

H-1115 Budapest, Etele út 68.

Tel.: 36-1-203-0304/5220

e-mail: kaczur@gdf.hu



A memetic Algorithm for the Capacitated Vehicle Routing Problem

I. Borgulya

University of Pécs, Faculty of Business and Economics, Pécs, H-7622 Rákóczi út 80.

ABSTRACT

In this paper we present a new memetic algorithm for the CVRP (Capacitated Vehicle Routing Problem). The new algorithm was developed from our earlier multi-objective algorithm for the vehicle routing problem - selecting and further developing one part of the earlier algorithm. The new algorithm is a steady-state evolutionary algorithm. It uses tournament selection; the descendents are derived from the parents by mutation based on the EVL (Extended Virtual Loser) where the EVL is an explicit collective memory technique. The algorithm is a memetic algorithm and uses five different stochastic 2-opt local searches to improve the descendents. We used some test problems of the Vehicle Routing Data Sets and of Christofides. Comparing the results with other method's results we concluded: in the case of $n < 200$ costumers we got similar results that was published earlier.

(Keywords: Evolutionary algorithm, explicit collective memory, combinatorial optimization)

ÖSSZEFOGLALÁS

Egy memetikus algoritmus a járatszervezési problémára

Borgulya I.

Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar, Pécs, 7622 Rákóczi út 80.

A cikkben az egy telephelyes, kapacitással adott járatszervezési problémára (CVRP: Capacitated Vehicle Routing Problem) mutatunk be egy memetikus algoritmust. A megoldáshoz egy korábbi több-célfüggvényes járatszervezési algoritmusunkat használjuk fel, kiemelve és továbbfejlesztve az algoritmusból az egy célfüggvényes járatszervezési problémánál alkalmazható algoritmus részt. Az új algoritmus egy steady-state rendszer, amely tournament szelekciót alkalmaz, az utódokat mutációval generálja a szülőkből, ahol a mutáció egy memória alapú technikán, az EVL (Extended Virtual Loser) technikán alapul. Az algoritmus, mint memetikus algoritmus, az utódok minőségét ötféle sztochasztikus helyi kereső eljárással javítja. Az algoritmust a „Vehicle Routing Data Sets”, valamint Christofides néhány tesztfeladatán ellenőriztük. Az eredményeket más módszerekkel is összehasonlítottuk: $n < 200$ fogyasztó esetén a korábban publikált eredményekhez hasonlókat kaptunk.

(Kulcsszavak: Evolúciós algoritmus, explicit kollektív memória, kombinatorikus optimalizálás)

INTRODUCTION

The Vehicle Routing Problem (VRP) is a well-known, often studied problem. Many practical applications exist for various industrial areas (e.g. transport, logistic, workshop problem). One of the simplest versions of the vehicle routing problem is the CVRP. The CVRP is a graph problem that can be described as follows: n customers must be served from a unique depot a quantity q_i of goods ($i = 1, \dots, n$). To deliver those goods, a fleet of vehicles with a capacity C is available. A solution of the CVRP is a collection of tours where each customer is visited only once and the total tour demand is at most C , with the objective f : minimization of the total distance traveled by all the vehicles.

The VRP has been proved NP-hard (Laporte, 1992) and applied solution methods range from exact methods to specific heuristics, and meta-heuristics. As exact methods we can use e.g. the branch and bound, and the branch and cut methods (e.g. Hadjiconstantinou et al., 1995). As the size of problem gets larger, it is nearly impossible to get a solution. Therefore, different heuristic we can use e.g. the neural network, and as meta-heuristics we can use the simulated annealing, tabu search, evolutionary algorithms, ant colony optimization, particle swarm optimization (e.g. Sun et al., 2005; Van Breedam, 2001; Russel et al., 2005; Toth et al., 2003; Mazzeo et al., 2004; Chen et al., 2006).

In our earlier work (Borgulya, 2008) we presented a new method for a bi-objective CVRP, used a new extended version of an explicit collective memory method, named virtual loser. In the EVL we enabled the virtual loser to handle more discrete values and the values of the variables can be e.g. values of permutations too. In this paper we selected and further developed one part of the earlier multi-objective algorithm; we developed a new evolutionary algorithm (EA) for the CVRP. So:

- We adapted the EVL for the CVRP and developed an EA with two steady-state stages.
- We used tournament selection (instead of truncation selection).
- We used a special mutation operator with two possibility moves: the first is a move based on the EVL, the second is a random move, and
- We used five different stochastic local search procedures to improve the solutions.

We used some benchmark problems of the Vehicle Routing Data Sets and of Christofides and got good results. To compare the results of our algorithm we chose other meta-heuristics, e.g. some versions of the ant colony optimization, tabu search and some EAs. The quality of our results is good, but our algorithm has longer running time than the running times of the best methods.

In addition to this introduction section, this paper is organized into the following sections. Section 2 includes the new EA for the CVRP. In Section 3, we present our computational experience with the new EA and compare our results with other heuristics results. Section 4 contains concluding remarks. The extended virtual loser is described in the Appendix.

THE NEW ALGORITHM

The structure of the algorithm

The new memetic algorithm, named MA, uses a 2-stage algorithm structure. Each stage is a hybrid steady-state EA. The first stage is a quick "preparatory" stage which is designated to improve the quality of the initial population. In the second stage the

descendents are derived from the parents by mutation. In every stages the algorithm uses stochastic 2-opt local searches to improve the solutions.

The main steps of MA:

Procedure MA(*t*, *itt*, *kn*, *genlimit*, *opt*, *optp*)

Initial population. Initial values of ECM

/* First stage:

Do *itt* times

 Selection, local searches, reinsertion.

 In every *kn*-th iteration:

 Update of the ECM, Delete of the duplicates element.

od.

/* second stage:

Repeat

Do *kn* times

 Selection, mutation, local searches, reinsertion.

od.

 Update of the ECM. Delete of the duplicates element,
 Restart.

 optp= the best individual, opt=f(optp)

until *genlimit* < number of generations

end

The parameters of the algorithm:

t - the size of the population,

itt - the number of the generation in the first stage.

kn - the algorithm is controlled in every *kn*th generation.

genlimit - a parameter for the stopping condition. The procedure is finished if the number of the generations is more than *genlimit*.

The characteristics of the EAs

The main functions and characteristics of the EAs are the following:

Individuals. An individual is a permutation of costumers and the depot several times. The identification number of the depot is one. Every tour (or route) begins with one (cyclic permutations are considered identical). Each tour belongs to a vehicle and the total tour demand is at most *C*. The total tour demands controlled by constraints: the *i*th tour has a constraint:

$g_i(\text{total tour demand by the } i\text{th tour} - C) \leq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, k).$

Initial population. The P population is generated randomly but the first individuals (e.g. 30 individuals) are generated in the following specific way. We prepare the nearest neighbor list of each costumer, and we rank the lists according to increasing distance from the costumers. For the first individuals we choose the first costumer randomly and next, we choose the closest costumers one after the other based on the nearest neighbor lists. In the second step, tours are cut and separated in the permutation based on the *C* capacity. (Finally it is possible that there will be vehicles without goods, or there will be a vehicle with excess goods.)

Fitness function. The algorithm uses the objective function *f* and the constraints too for the fitness. Let D(x) be the measure of violation of constraints *g_i* (*j*=1,2,...,m):

$$D(x) = \left(\sum_{j=1}^m \max\{g_j(x), 0\}^2 \right)^{1/2} \quad (1)$$

(If individual x is element of the feasible space, then $D(x)=0$). Let us utilize the value $D(x)$ in the optimum search for characterizing the individual x in the following way: x is better than individual y if $D(x)<D(y)$. In case $D(x)=D(y)$ we call x better than y if $f(x)<f(y)$.

Selection operator. In the first stage the descendants are randomly generated. In the second stage the algorithm uses the tournament selection with parameter 5.

Mutation operator. In the second stage we apply the mutation used max. 4 moves. All moves are the following: move based on the EVL (see Appendix) or a random move. The algorithm uses three different types of moves: swaps two customers, reverses the sub-tour between two customers, or swaps in two different tours randomly chosen sub-tours.

ECM update. It is periodically updated by using the weakest individuals. In the updating procedure we use 20% of the population (see Appendix).

Local search. In the MA we apply five versions of the 2-opt-local-search algorithm one after the other. The local search versions use different moves by two customers (*Figure 1*):

1. reverses the sub-tour between the two customers,
2. swaps the customers,
3. swaps the final sub-tour parts in two different tours which begin with the two customers,
4. swaps the beginning sub-tour parts in two different tours which terminate with the two customers,
5. moves the second customer after the first customer.

All local searches are stochastic: if they could not improve the solution, they accept the wrong solution with a small probability (e.g. 10^{-5}).

Figure 1

Example for the different local search moves

Original tours: 1, 2, 6, 9, 3, 1, 4, 5, 8, 1, 7, 10.	
E.g. two customers: 9, 5.	
The moves:	
1.	1, 2, 6, 5 , 3, 1, 4, 9 , 8, 1, 7, 10.
2.	1, 2, 6, 5 , 4 , 1 , 3 , 9 , 8, 1, 7, 10.
3.	1, 2, 6, 9 , 5 , 3, 1, 4, 8, 1, 7, 10.
4.	1, 2, 6, 5 , 8 , 1, 4, 9 , 3 , 1, 7, 10.
5.	1, 4 , 5 , 3, 1, 2 , 6 , 9 , 8, 1, 7, 10.

1. ábra: Példa a helyi kereső eljárások különböző transzformációira.

Reinsertion. In every stage, the algorithm compares the descendent with the most similar solution (The measure of the similarity of the permutation is based on the Hamming distance). If the descendent is better than the former solution, it is replaced with the descendent. If the number of the individuals is less than the population size, the descendent is inserted to the population (e.g. after restart).

Restart strategy. If no new best individual in the population was found for more than 50 generations, the MA begins the second stage with another population. The individuals excepting the best 30% of the population are deleted.

Stopping criteria. The algorithm is terminated if the number of the generations is more than *genlimit*.

EXPERIMENTAL RESULTS

We tested the MA with some benchmark problems of Christofides (C1, C2, C3, C4, C5, C11, C12) and with some benchmark problems of the Vehicle Routing Data Sets (<http://branchandcut.org/index.htm>). The MA was implemented in Visual Basic and ran on Intel Core Duo CPU 2.2 GHz with 2 GB RAM.

Parameter selection

Our experience with the earlier algorithm (Borgulya, 2008) made easier to choose the values of the parameters. So the used parameters were the following: $t = 90$, $itt = 50$ and $kn = 10$. The maximum number of the generations was 10000 or 20000 depending on the problem.

Comparative results

The results of the MA we show in *Table 1*. Every test problem was run 20 times, and the table shows average results. In the table we give the problem name (*Problem*), the best known solution (BKS), the found best solution (*Best*), the found worst solution (*worst*), the average relative percentage deviation of the solution from the best known solution (*Avg*) and the average running time in seconds to the best solutions (*time*). We got good results by small and medium size problems. The algorithm managed to find the best known solutions in 19 cases from the 26 cases and there are only 4 test problems where the solution is not within 1.0 percent of the best known solutions.

To compare the results of our algorithm we chose other meta-heuristics, e.g. some versions of the ant colony optimization, genetic algorithm and a search procedure. The selection was difficult, because the methods solved only a special set of the benchmark problems: the problems of Christofides (C1, C2, ..., C14) or the benchmark problems of the Vehicle Routing Data Sets. We found only one method that solved both benchmark sets and appropriate dates were for the comparison.

To compare the methods based on the Vehicle Routing Data Sets we chose the genetic algorithm from Tavares *et al.* (2003) (GVR) and a cluster-and-search heuristic from Ganesh *et al.* (2006) (CLOVES).

In *Table 2* we can compare the quality of the different results. The table gives the problem name (*Problem*), the relative percentage deviation of the best found solution from the best known solution (*Best*) and the average relative percentage deviation of the solutions from the best known solution (*Avg.*). By small and medium size problems the quality of MA's results is very good. The MA is better in both error percentages (*Best* and *Avg.*) than the GVR and CLOVES. In the case of $n > 100$ we could not compare the MA's results with GVR's and CLOVES's results, because this results are not published.

To compare the methods based on the benchmark problems of Christofides we chose several methods. The methods are the following: the cluster-and-search heuristic from *Ganesh et al.* (2006) (CLOVES), ant colony optimization variants from *Baker et al.* (2003) (B-AS), from *Lin et al.* (2008) (IACO) and from *Bin et al.* (2008) (IACO); simulated annealing from *Osman* (1993) (O_SA), tabu search from *Osman* (1993) (O_TS), tabu search from *Toth et al.* (2003) (T_TS) and a memetic algorithm from *Prins* (2004) (P_MA). In *Table 3* and *4* we compare the quality of the different results. The *Table 3* gives the error percentages (*Best* and *Avg.*) similar way as the *Table 2*. In this table we compare only the P_MA, CLOVES, IACO and MA methods, because the appropriate data is not available by the other methods. The table shows that P_MA and CLOVES have the best results and the average error of our MA is only at the ant colony optimization variant IACO better.

Table 1

Results of MA on benchmark instances

Problem (1)	BKS	MA			
		Best (2)	Worst (3)	Average (4)	Time (5)
A32k5	784	784	784	0.00	0.6
A54k7	1167	1167	1167	0.00	61
A60k9	1354	1354	1354	0.00	113
A69k9	1159	1164	1170	0.66	214
A80k10	1763	1763	1782	0.53	382
B57k7	1140	1153	1155	1.14	960
B63k10	1496	1496	1504	0.40	850
B78k10	1221	1221	1223	0.08	73
E76k7	682	682	689	0.47	82
E76k8	735	736	738	0.21	98
E76k10	830	835	841	0.80	597
E76k14	1021	1022	1026	0.29	365
F72k4	237	237	237	0.00	12
F135k7	1162	1162	1187	0.79	1050
M101k10	820	820	820	0.00	24
M121k7	1034	1034	1064	1.10	380
M200k17	1296	1309	1320	1.23	8150
P76k4	593	593	595	0.16	51
P101k4	681	681	685	0.14	131
C1	524.61	524.61	524.61	0.00	26
C2	835.26	835.32	844.10	0.90	715
C3	826.14	826.14	832.93	0.42	97
C3	1028.42	1032.68	1046.60	0.91	1278
C5	1291.65	1342.13	1367.21	5.24	4590
C11	1042.11	1042.11	1042.11	0.00	510
C12	819.56	819.56	819.56	0.00	12

1. táblázat: Az MA eredményei benchmark feladatokon.

Probléma(1), Legjobb(2), Legrossabb(3), Átlag(4), Idő(5)

Table 2**Comparative results on the Vehicle Routing Data Sets**

Problem(1)	MA		GVR		CLOVES	
	<i>Best (2)</i>	<i>Average (3)</i>	<i>Best</i>	<i>Average</i>	<i>Best</i>	<i>Average</i>
A32k5	0.00	0.00	0.00	0.76	0.00	0.00
A54k7	0.00	0.00	0.00	1.64	0.43	2.91
A60k9	0.00	0.00	0.00	1.76	0.30	3.62
A69k9	0.43	0.66	0.51	1.98	0.35	3.45
A80k10	0.00	0.53	0.79	2.88	0.96	1.30
B57k7	1.14	1.14	0.00	0.10	3.47	7.20
B63k10	0.00	0.40	0.00	3.20	0.94	3.01
B78k10	0.00	0.08	0.16	2.75	3.19	5.41
E76k7	0.00	0.47	0.73	3.35	1.17	1.76
E76k8	0.13	0.21	0.40	2.76	0.41	0.68
E76k10	0.60	0.80	1.32	3.20	4.46	4.46
E76k14	0.09	0.29	0.09	2.20	1.08	1.08
Average	0.19	0.38	0.33	2.21	1.39	2.90

2. táblázat: Összehasonlító eredmények a Vehicle Routing Data Sets példáin

Probléma(1), Legjobb(2), Átlag(3)

Table 3**Comparative results on the problems of Christofides**

Problem (1)	P_MA		CLOVES		IACO		MA	
	<i>Best (2)</i>	<i>Avg (3)</i>	<i>Best</i>	<i>Avg</i>	<i>Best</i>	<i>Avg</i>	<i>Best</i>	<i>Avg</i>
C1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.62	0.00	0.90
C3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47	2.20	0.00	0.42
C4	0.19	0.31	0.11	0.20	0.00	1.37	0.41	0.91
C5	0.38	0.68	0.57	1.00	1.08	2.34	3.91	5.24
C11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00
C12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.46	0.00	0.00
Average	0.08	0.14	0.10	0.17	0.22	1.22	0.50	1.06

3. táblázat: Összehasonlító eredmények Christofides problémáinál

Probléma(1), Legjobb(2), Átlag(3)

In Table 4 we compare only the error percentages of the found best solutions on the benchmark problems of Christofides. By this comparison we found again that the P_MA and CLOVES methods are the best, and the results of our MA are similar with the results of T_TS and LACO.

Table 4

The best results of some methods on the problems of Christofides

Problem (1)	B_AS	O_SA	O_TS	T_TS	P_MA	LACO	IACO	MA	CLOVES
C1	0.00	0.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C2	1.08	0.40	1.05	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C3	0.75	0.37	1.44	0.05	0.0	0.00	0.47	0.00	0.00
C4	3.22	2.88	1.55	0.46	0.19	1.00	0.00	0.41	0.11
C5	4.03	6.55	3.31	2.07	0.38	1.64	1.08	3.91	0.57
C11	2.22	12.85	0.09	0.07	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00
C12	0.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Average (2)	1.61	3.49	1.06	0.47	0.08	0.42	0.22	0.50	0.10

4. Táblázat: Néhány módszer legjobb eredménye Christofides problémáinál

Probléma(1), Átlag(2)

At the end the comparison of the running times was encumbered by the use of various programming languages, operating systems and computers. For comparison we chose the P_MA, LACO, IACO and MA methods and we compared the running time based only on the CPU speed (Table 5). This is a draft comparison, but we can see that IACO has the shortest running time and our MA has 10-15 time larger running times than the IACO's running time.

Table 5

Average running times in CPU seconds

Problem (1)	P_MA	LACO	IACO	MA
	(1GHz)	(2.8GHz)	(1GHz)	(2.2GHz)
C1	0.50	38.14	2	26
C2	46.36	118.27	11	715
C3	27.63	293.25	30	97
C4	330.11	701.38	211	1278
C5	1146.52	1844.34	677	4590
C11	17.85	332.77	61	510
C12	2.70	316.02	31	12
Average (2)	225	521	146	1033

5. táblázat: Átlagos futásidők CPU másodpercben.

Probléma(1), Átlag(2)

We can conclude based on the comparison that our MA is the best method on the Vehicle Routing Data Sets and it is the fourth best method on the benchmark problems of Christofides. In the case of CLOVES we can compare the CLOVES and MA on both benchmark sets. Though CLOVES is one of the best methods on the benchmark

problems of Christofides, the MA has significantly more accuracy on the Vehicle Routing Data; so we can say that the MA is better than the CLOVES method.

To improve the running time and to reach a faster convergence, we try to improve the algorithm in the future. We will analyze the local search technique, and will try to use other procedures generating the initial solutions.

CONCLUSIONS

In this paper we presented a new EA for the CVRP. We adapted an explicit collective memory method, the extended virtual loser for the CVRP and developed an EA with a new mutation and local search technique. The results show that our algorithm has good quality and has better results as one of the best methods on small and medium size problems.

As future research, we want to improve the effect and the speed of the local search, we want to use other appropriate procedure for the initial solutions and we try to use this extended virtual loser technique by other versions of the vehicle routing problem.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research has been supported by the Hungarian National Research Foundation OTKA, under K 68137.

APPENDIX

The principle of the EVL is the following (Borgulya, 2006, 2008). Let's consider a generic EA, and suppose that each variable of the individual can have m discrete values. (We present only this simple version. If the numbers of the discrete values or the discrete values aren't the same for every variable we can easily modify the following formulas.) Let us notice ECM an $n \times m$ matrix that stores the relative frequency of the different values of the variables. This matrix is updated through the search procedure using a few of the worst performing individuals.

Let ECM_{ij}^{gen} be the collected relative frequency of the i^{th} values on the j^{th} position (variable) until the gen^{th} generation. We can update the elements of the ECM matrix:

$$ECM_{ij}^{gen+1} = (1 - \alpha)ECM_{ij}^{gen} + \alpha \Delta ECM_{ij} \text{ (e.g. } \alpha = 0.2) \quad (2)$$

where ΔECM_{ij} is the relative frequency of the i^{th} value on the position j^{th} based on the worse individuals of the gen^{th} generation and α denotes some relaxation factor. For the probability of mutating the j^{th} variable in individual X we can use the

$$p_j = 1 - \left| \frac{ECM_{xj}^{gen}}{\sum_{k=1}^n ECM_{kj}^{gen}} - a_j \right| \quad (3)$$

formula, where B is one of the best individuals and If $X_j = B_j$ then $a_j = 1$ else $a_j = 0$.

For the CVRP, the mutation based on the EVL is the following. Let X be a descendant and let B be one of the best individuals. We choose randomly the j th and $j+1$ th positions (X_j, X_{j+1}), search a better customer for the $j+1$ th position. Let U notice the set of the closest customers of X_j (e.g. the first 40 closest customers). We rank the customers increasing based on the distance from customer X_j and select the first $X_z \in U$ customer from the queue with p_{j+1} probability, where

$$p_{j+1} = 1 - \frac{ECM_{x_z, j+1}^{gen}}{\sum_{k=1}^n ECM_{k, j+1}^{gen}} - a_{j+1} \quad (4)$$

After that e.g. we swap the values of X_{j+1} and X_z .

ECM update

In every kn th generation the ECM is updated by using the weakest individuals. In the updating procedure we use 20% of the population.

We observed that the use of the ECM matrix is insufficiently efficient after 50 - 100 generations, the convergence is slow. So we applied a restart strategy for the ECM. After every 20- 50 generation we delete the value of the ECM, and we begin the ECM update with empty matrix.

REFERENCES

- Baker, B.M., Ayechew, M.A. (2003): A Genetic Algorithm for the Vehicle Routing Problem. *Computers & Operations Research* 30. 787-800. p.
- Bin, Y., Zhongzhen, Y., Baozhen, Y. (2008): An Improved Ant Colony Optimization for Vehicle Routing Problem. *European Journal of Operational Research* (In print).
- Borgulya, I. (2006): An Evolutionary Algorithm for the biobjective QAP. In: Reusch, B. (ed). *Computational Intelligence, Theory and Applications. Advances in Soft Computing, Springer series.* 577-586. p.
- Borgulya, I. (2008): An Algorithm for the Capacitated Vehicle Routing Problem with Route Balancing. *Central European Journal of Operation Research* (In print)
- Chen, A., Yang, G., Wu, Z. (2006): Hybrid discrete particle swarm optimization algorithm for capacitated vehicle routing problem. *J Zhejiang Univ. SCIENCE A* 7. 4. 607-614. p.
- Ganesh, K., Narendran, T.T. (2007): CLOVES: A cluster-and-search heuristic to solve the vehicle routing problem with delivery and pick-up. *European Journal of Operational Research* 178. 3. 699-717. p.
- Hadjiconstantinou, E., Christofides, N. (1995): A new exact algorithm for the vehicle routing problem based on q-paths and k-shortest paths relaxations. *Annals of Operations Research* 61, 21-43. p.
- Laporte, G. (1992): The vehicle routing problem: an overview of exact and approximate algorithms. *European Journal of Operational Research* 59(3), 345-358. p.

- Lin, S-W., Lee, Z-J., Ying, K-C., Lee, C-Y. (2008): Applying hybrid meta-heuristics for capacitated vehicle routing problem. *Expert Systems with Applications*. doi:10.1016/j.eswa.2007.11.060
- Mazzeo, S., Loiseau, I. (2004): An Ant Colony Algorithm for the Capacitated Vehicle Routing. *Electronic Notes in Discrete Mathematics* 18. 181–186. p.
- Osman, I.H. (1993): Metastrategy Simulated Annealing and Tabu Search Algorithms for the Vehicle Routing Problem. *Ann Oper Res*, 41. 421-51. p.
- Prins, C. (2004): A simple and effective evolutionary algorithm for the vehicle routing problem. *Computers & Operations Research* 31. 1985-2002. p.
- Russel, M., Lamont, G.B. (2005): A Genetic Algorithm for Unmanned Aerial Vehicle Routing. GECCO'05 Washington, DC, USA, ACM. 1523-1530. p.
- Sun, H., Xie, J., Xue, Y. (2005): A Sweep-Based TCNN Algorithm for Capacity Vehicle Routing Problem. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, LNCS 3496, 756.761.
- Tavares, J., Pereira, F.B., Machado, P., Costa, E. (2003): On the Influence of GVR in Vehicle Routing. *Proc. of the 2003 ACM Symposium On Applied Computing*, Melbourne, Florida USA, 753-758. p.
- Toth, P., Vigo, D. (2003): The granular tabu search and its application to the vehicle-routing problem. *INFORMS Journal on Computing*, 15, 333–346.
- Van Breedam, A. (2001): Comparing descent heuristics and metaheuristics for the vehicle routing problem. *Computers & Operations Research* 28. 289-315. p

Corresponding author (*Levelezési cím*):

István Borgulya

University of Pécs, Faculty of Business and Economics

H-7622 Pécs, Rákóczi ut 80.

Pécsi Tudományegyetem, Közgazdaságtudományi Kar

7622 Pécs, Rákóczi ut 80.

Tel.: 36-72-501-599, Fax: 36-72-501-553

e-mail: borgulya@ktk.pte.hu



Adatelőkészítés, elemzés húskonzerv-gyártás gázfogyasztásának modellezéséhez

Fabulya Z., ¹Bánkuti Gy.

Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar, Ökonómiai és Vidékfejlesztési Intézet, 6725 Szeged, Mars tér 7.

¹Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, 7400 Kaposvár, Guba Sándor út 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Húskonzervek hőkezelése során a nagyköltségű gázfelhasználás számítógépes modellezhetőségére kerestük a választ. Hosszabbtávú kutatómunkánk célja modell felállítás, mely segítségével költségminimalizálást hajthatunk majd végre párhuzamosan zajló hőkezelési folyamatok szinkronizálásával, illetve a konzervek elkészülési idejét meghatározó gyártásprogramozással. Adataink sokrétűsége (papír alapú, szöveges fájl, kép fájl, Excel fájl) miatt először egy közös felhasználói felület alá rendeltük őket, a több forrásban is megjelenő, adataink közül a legjobbat, legmegbízhatóbbat használva. Legbonyolultabban a hőkezelések pontos kezdési időpontját tudtuk meghatározni, ahol szükségünk volt a képfájlok nevében lévő adatokra, a kép tartalmának kiértékelésére és a hőkezelési előírások adataira is. A pontos adatok alapján korreláció és regresszió analízist végeztünk a gázfogyasztást befolyásoló adatok meghatározására, illetve jelenlegi adataink elegendőségére a modell kialakításához. A hőkezelő berendezések gőzellátásán túl ez a kazán biztosítja az épületek fűtését is. Meghatároztuk a kazán gázfelhasználásának környezeti hőmérséklettől függését is. Ennek segítségével tudjuk majd elkülöníteni a hőkezelésre fordított gáz mennyiséget a teljes gázfelhasználástól. Vizsgálataink szerint nem célszerű a lekötött gáz mennyiség minimális szinten tartásával költséget csökkenteni, mert e határ feletti felhasználás esetén a minimalizálással nyert költségkülönbséget többszörösét veszíthetjük el. Viszont a gyártásprogramozásra és a hőkezelések ütemezésére szükségünk van, hogy elkerülhessük a lekötött gázfelhasználási határ átlépésének büntető jellegű költségeit.

(Kulcsszavak: autokláv, hőkezelés, modellezés)

ABSTRACT

Data preparation and analysis for modelling of gas consumption of production of canned meat

Z. Fabulya, Gy. ¹Bánkuti

University of Szeged, Faculty of Engineering, Szeged, H-6725 Mars tér 7.

¹University of Kaposvár, H-7400 Kaposvár, Guba Sándor út 40.

We have been looking for the possibility to build a computer model of costly gas utilization in the course of heat treatment of canned meat. The aim of our long-term research is to set up a model to be able to accomplish minimized costs by synchronizing heat treatment processes running side by side and by production programming to define completion time of the cans. First, because of our multiple data (paper based, text file, image file, Excel file), we have arranged them under a common user interface, while

defining the best one from the data with different precision appearing in several sources. We could define the set-out time most difficultly where the data from the image file name, the evaluation of the image content and the data of the heat treatment specifications were also needed. Based on the accurate data we did correlation and regression analysis to define the data influencing the gas consumption and to see whether our present data was enough to develop a model. Since the furnace has to ensure the steam supply of the heat treatment equipment and the heating of the buildings too, we defined the gas consumption of the furnace which is dependent on the environmental temperature. According to our examinations it is not practical to reduce the costs by keeping the quantity of tied-up gas on a minimum level because by the use over this limit we can lose the multiple cost margin won by the minimizing. However we need the product programming and the heat treatment synchronization to avoid the penalty kind costs of stepping over the tied-up level of gas consumption.

(Keywords: autoclave, heat treatment, modelling.)

BEVEZETÉS

Húskonzervet előállító vállalatok számára jelentős költséggel jár a hőkezelés folyamata. E költségek közül csak a fűtőgázra fordítandót vizsgáljuk, mely két részből tevődik össze. Az egyik, jelentősebb rész a felhasznált mennyiség költsége, a másik a felhasználásra lekötött gázmennyisége. Ez utóbbi nagyfogyasztók esetén kötelező, meg kell adniuk fél évvel korábban a következő egy évre vonatkoztatva az óránként felhasználandó gázmennyiségük felső határát. Ha viszont ezt egy hónap folyamán akár csak egy óra alkalmával túllépik, akkor a túllépés mértékével arányos további igen magas, büntető jellegű költséget kell fizetniük (www.egaz-degaz.hu/hu). Tehát változatlan gázfelhasználás mellett a költség lehet kissé alacsonyabb, amennyiben kisebb lekötött mennyiséget kérnek, de ezzel kockáztatva az esetleges túllépés miatti sokkal magasabb fizetendő összeget. A túllépés nem csak amiatt következhetne be, mert a heti gyártási tervben túl nagy termékmennyiséget szerepeltetnek, hanem sokkal inkább a jellemzően 10-20 párhuzamosan működő berendezésben lezajló hőkezelési folyamatok összehangolatlanságából, ütemezetlenségéből. Vagyis a kiegyensúlyozatlan gázfelhasználás elsődleges oka a hőkezelések intenzívebb gőzigényű fázisainak egyidejűsége, melyet csak úgy tudunk előre jelezni vagy ütemezéssel elkerülni, ha ismerjük a folyamatok tervezett kezdési időpontját és gőzigényük időbeli alakulását. E probléma miatt indokolt a vállalat gázfogyasztásának modellezése, az optimális lekötött gázmennyiség meghatározása, melynek alapja egyetlen hőkezelési folyamat gőzigényének modellezése az előírások (felfűtés időtartama, hőtartás időtartama, lehűtés időtartama, elérendő hőmérséklet) függvényében.

A modell meghatározásához adatgyűjtés és adatelőkészítés után az adatok elemzésével eldönthetjük, hogy adataink alkalmasak-e a gázfogyasztás modellezésére, s melyek a gőzfogyasztást befolyásolók. E munkánkban bemutatjuk ezirányú kutató-munkánkat, eredményeinket.

A modell ismeretében gyártásprogramozással a hőkezelendő termékek beérkezési ideje, további várakoztatással a hőkezelési folyamat megkezdése ütemezhetővé válik. Így elkerülhető a párhuzamosan zajló folyamatok intenzív gőzigényű fázisainak találkozásából származó csúcsok kialakulása, és az ebből származó esetleges lekötött gázmennyiség feletti felhasználás, vagyis meghatározható és alacsonyabb szinten tartható a lekötött gázmennyiség értéke. Távlati célunk e gyártásprogramozás és ütemezés megvalósítása, melynek alapját az elkészült modell biztosítaná.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A hőkezelést zárt, nyomástartó berendezésekben (autoklávokban) végzik, melyekből jellemzően 10-20 tudja biztosítani (Eszes *et al.*, 2003) a több gyártósorról eltérő ütemben érkező, különböző méretű, geometriájú, tartalmú konzervek hőkezelését. Egy berendezésben akkor indul el a hőkezelési folyamat, amikor az azonos hőkezelési előírású termékekből összegyűlt mennyiség tele töltetet eredményez. Így biztosítható a minimális fajlagos költség. Az előírások termékenként tartalmazzák az elérendő hőmérsékletet, a felfűtési időt, a hőtartási időt és a hűtési időt. Automatika szabályozza az előírások betartását a megfelelő gőzmennyiség adagolásával a felfűtési és hőtartási fázisban, míg a hűtés során hűtővíz bevezetésével. Az 1. ábra felső részén az idő függvényében látható az előírt hőmérséklet (ismert adatok), alatta az ehhez szükséges gőz tömegáram időbeli alakulása (ismeretlen, meghatározandó).

1. ábra

Az előírt hőmérséklet és a gőz tömegáram időbeli alakulása

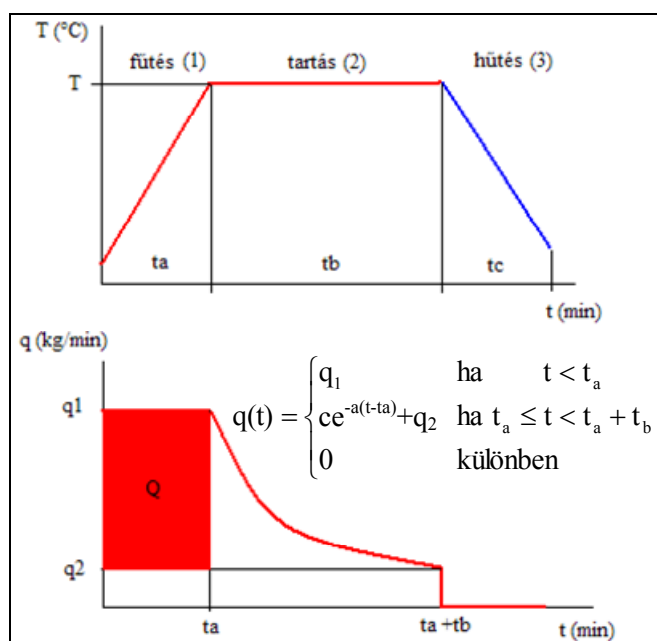


Figure 1: Development of temperature and steam mass flow in function of time

Heating(1), Holding(2), Chilling(3)

Ismert, termékfüggő adatok:

- T - elérendő hőmérséklet (°C)
- ta - felfűtési idő (perc)
- tb - hőtartási idő (perc)
- tc - hűtési idő (perc)

Meghatározandó:

- $q(t)$ - gőz tömegáram (kg/perc):
 - Q - felfűtés gőzigénye (kg)
 - q_2 - gőz tömegáram vesztesége (kg/perc)
 - c, a - $q(t)$ függvény paraméterei

A „c” és „a” paraméterek egyikét elegendő meghatározni, míg a másik adódik abból a feltételből, hogy a fűtés és a tartás fázisát leíró függvényrészeknek szakadás mentesen kell illeszkednie. A modell ismeretében megkaphatjuk az egyes berendezések gőzigényének időbeli alakulását, mely függ a kezelendő termékektől (így a hőkezelési előírástól) és a kezdési időpontoktól. A 2. ábrán három párhuzamosan működő berendezés modellezéssel kapott gőzfelhasználása látható egy nap folyamán (három műszak). Az ábrán azért csak három berendezés adata szerepel, mert ennél több megjelenítése már átláthatatlanná tenné az értelmezését.

2. ábra

Gőzfogyasztás három párhuzamosan működő berendezésben

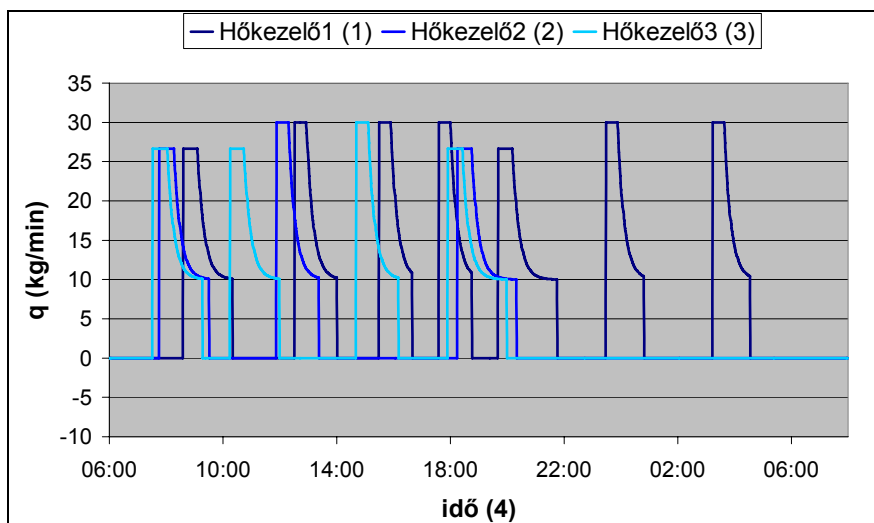


Figure 2: Steam consumption in three autoclaves operating simultaneously

Autoclave1(1), Autoclave2(2), Autoclave3(3), Time(4).

Az egyes berendezésekre kapott értékek összegeként kapjuk a hőkezelések együttes gőzigényét az idő függvényében (3. ábra), melyet egy gázfűtésű kazánnak kell biztosítania.

A 2. és 3. ábra modellünk kezdeti paraméterértékei mellett adódtak az adatokat biztosító vállalatnál egy nap alkalmával ténylegesen lejátszódó hőkezelések alapján. A paraméterértékek finomítása legegyszerűbben úgy történhetne, ha mérések alapján ismert lenne a hőkezelő berendezések egyenkénti, vagy rosszabb esetben együttes gőzfelhasználása az idő függvényében. De ilyen adatok nem voltak, s a vállalat nem is tervezi csak a modell egyszerűbb meghatározásához szükséges igen költséges műszer beszerzését. Ezért a modell paramétereinek pontosítása a gőzt előállító kazánnál mért

gázfelhasználás alapján történhet a hőkezelések okozta modellezéssel kapott és a mért érték közötti eltérések négyzetösszegének minimalizálásával. Vagyis a hőkezelő üzem (4. ábra), mint fekete dobozt kell tekintenünk, melynek belsejében lejátszódó gőzfelhasználások időbeli alakulása ismeretlen. Viszont itt újabb problémába ütköztünk. A gáztüzelésű kazánnak a hőkezelő berendezések gőzellátásán túl feladata az épületek, irodák fűtése is téli időszakban. Emiatt kérdéses a modellezés adatellátottságának elegendősége, valamint szükséges a rendelkezésre álló adatok, anyag- és erőforrás-áramlások (4. ábra) részletesebb vizsgálata. Ehhez először felmérjük, hogy a modellezés megvalósításához milyen adatokra lenne szükségünk, majd az igen változatos formában rendelkezésünkre állók közül a lehető legpontosabb módon előállítjuk őket.

A gázfogyasztás modellezéséhez szükséges kinyerhető adatok:

- A hőkezelendő termékek esetén a sajnos nem mérhető gőzfogyasztás helyett a gőzfogyasztást okozó hőkezelési folyamatok adatai:
 - A hőkezelés megkezdésének időpontja
 - Tömeg
 - Hőkezelési folyamat lefolyása:
 - Elért hőmérséklet
 - Felfűtési idő
 - Hőntartási idő
- Fűtési időszakban a fűtésre fordított gőzfogyasztás helyett ennek mértékét befolyásoló:
 - hőmérséklet
- A felhasznált gázra vonatkozó rendelkezésre álló adatok:
 - A fogyasztott mennyiség időbeli alakulása, mely alapján tesztelhető modellünk jósága

3. ábra

Több párhuzamosan működő berendezés összegzett gőzfogyasztása

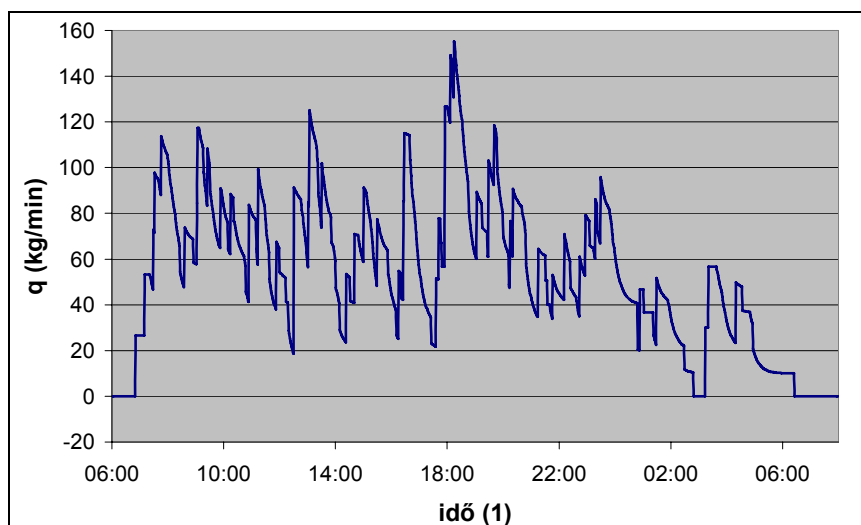


Figure 3: Summarized steam consumption of more autoclave operating simultaneously Time (1).

4. ábra

Anyagok és erőforrások áramlása

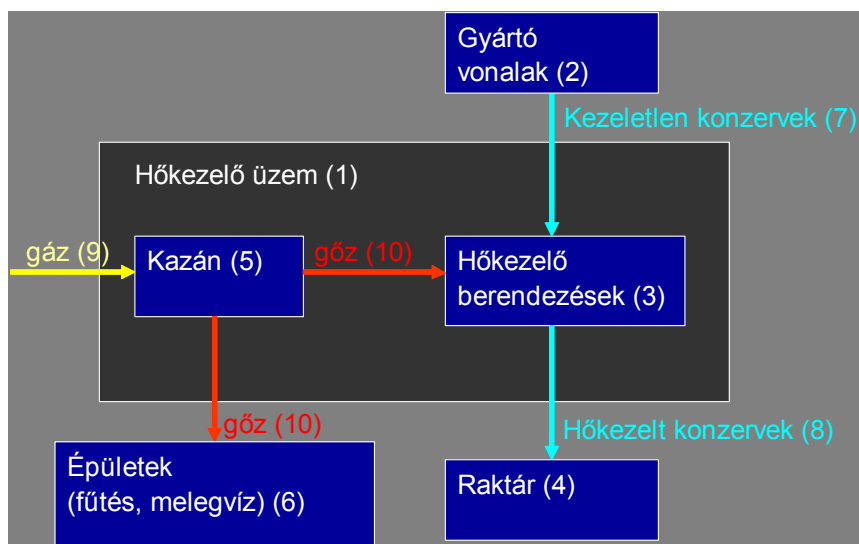


Figure 4: Matter and resources flow

Autoclaving shop floor(1), Assembly lines(2), Autoclaves(3), Stores(4), Boiler(5), Buildings(6), Cans without autoclaving(7), Autoclaved cans (8), Gas(9), Steam(10).

Hipotézisünk szerint összefüggésnek kell mutatkoznia a hőkezelt termékmennyiség és a felhasznált gáz mennyisége között. Amennyiben az így kapott korreláció nem mutat elegendően szoros kapcsolatot, akkor az épületek fűtésére fordított gőzmennyiség adatának hiányában a korrelációs vizsgálatokba be kell vonnunk az ismert környezeti hőmérséklet adatokat is, mely ezt helyettesítheti. Ha ekkor sem kapnánk megfelelő korrelációt, más alapokra kellene helyeznünk a modell kialakítását. Ellenkező esetben lineáris regressziós vizsgálattal kaphatjuk meg a gyártóvonalakról érkező ismert termékmennyiség (és esetleg a hőmérséklet) függvényében a felhasználandó gázmennyiséget.

Az elérhető adatok a következő változatos formában állnak rendelkezésre:

- Hőkezelési napló fájl (xls fájl, kézzel begépelt adatokkal):
 - Berendezés sorszáma (melyben történt a kezelés)
 - Termék neve
 - Tömeg
 - Hőkezelés kezdési és befejezési időpontja
- Egy berendezésben egy hőkezelési folyamat befejezésekor automatikusan generálódó fájlok (jpg kép fájl)
 - Az idő függvényében látható a hőkezelés hőmérsékletének alakulása (5. ábra)
 - A fájl nevében (pl. 071016_2231_02_1105.jpg) lévő adatok:
 - Befejezés időpontja
 - Berendezés sorszáma
 - Hőkezelési előírás kódszáma

5. ábra

Egy berendezés egy hőkezelési folyamatát megjelenítő képfájl



Figure 5: Picture file about a sterilizing process in an autoclave

3. Termékekre vonatkozó hőkezelési előírások (Papír):

- Hőkezelési előírás kódszáma
- Elérendő hőmérséklet
- Felfűtési idő
- Hőntartási idő
- Hűtési idő

4. Óránkénti gázfogyasztás (txt szövegfájl):

- Egy órás időintervallumban fogyasztott mennyiség (m3)
- Az intervallum kezdő időpontja
- A gáz hőmérséklete (mely fűtési időszakban a légköri, „időjárás” hőmérsékletnek tekinthető)

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Adatainkat először egy közös felhasználói felületen kezelhetővé hoztuk. Erre a célra az Excel környezetet találtuk a legalkalmasabbnak. Itt elvégezhető a modellezés, valamint a korreláció és regresszió analízis is. A papír alapú adatokat begépeztük, a szöveg (Txt) fájlokat importáltuk, míg a kép (jpg) fájlok nevéből megfelelő DOS (dir) parancs kimenetének átirányításával text fájlt készítettünk, melyet már tudunk importálni.

Egyedül a képfájlok tartalmában látható adatok kinyerése nem volt automatizálható. Ezekre azért lett volna szükség, mert a ténylegesen bekövetkezett, pontos, automatizált mérésen alapuló értékeket tartalmazta, szemben a naplófájl kézi

begépelésű adataival. A hőkezelés pontos kezdeti időpontjának meghatározása okozta a legnagyobb problémát. A jpg fájl neve a pontos befejezési időpontot tartalmazza, valamint a hőkezelési előírás kódszámát, mely alapján megkapható a hőkezelés előírás szerinti időtartama. Ebből számítható a kezdés időpontja, amit néha még korrigálni kell a képfájl alapján csak szemmel látható előírásokhoz képesti felfűtési idő megnövekedése miatt, melyet az elégtelen gőzellátás okoz. Egy ilyen esetet mutat a 6. ábra, melyen az előírásoknak megfelelő lineáris felfűtési fázist nem sikerült betartani. A pontos adat tehát három forrásra támaszkodott: a képfájl nevére, tartalmára és a hőkezelési előírások adataira.

A pontos adatok birtokában először arra kerestük a választ, hogy a napi hőkezelt termékmennyiség és a napi gázfogyasztás között kellően szoros-e a kapcsolat. Ekkor még nem vettük figyelembe, hogy az épületek fűtésére is fordítódik fűtési időszakban valamekkora rész a kazán által termelt gőzből. A vizsgálathoz szükséges napi gázfogyasztást az óránkénti adatok 6:00-6:00-ig adódó összegeként, míg a hőkezelt termékmennyiséget a naplófájl adatainak naponkénti összesítésével kaptuk a 09.12-11.16 időszak munkanapjainak esetében. A korreláció 64%-ra adódott, mely alacsony érték nem mutatott kellően szoros kapcsolatot, modellezésünk valamilyen hibájára utalt. Emiatt részletesebben megvizsgáltuk eredményeinket, elemeztük a lineáris regresszió egyenesétől való eltéréseket (7. ábra), melyek pár kivételtől eltekintve október 15 előtti is utáni napok esetében ellentétes előjelűek voltak. Október 15 volt a fűtési időszak kezdete, tehát a gázfogyasztás modellezésében szerepet kellett kapnia a fűtésnek, mely a hőmérséklettel mutathat összefüggést.

6. ábra

Elégtelen gőzellátás



Figure 6: Insufficient steam supply

7. ábra

Nyári és téli napokon mért gázfogyasztás a termékmennyiség függvényében

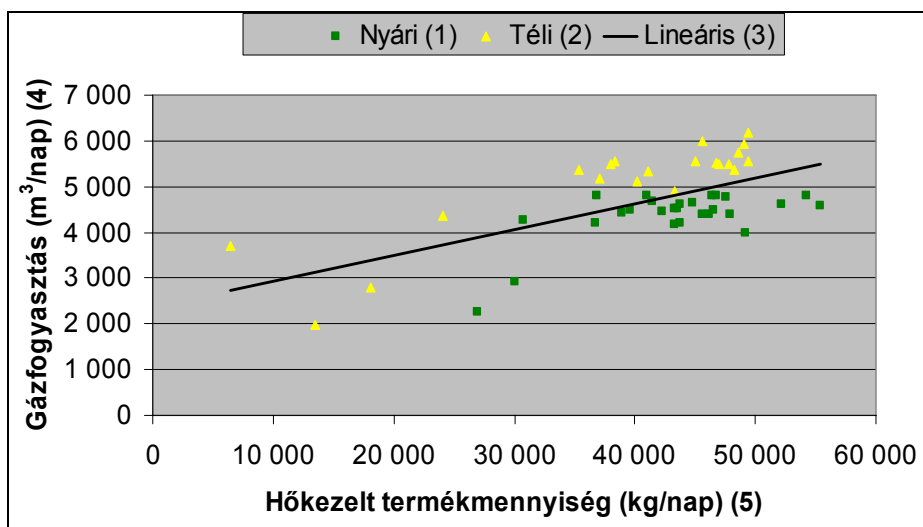


Figure 7: Measured steam consumption in function of product mass on summer and winter days

Summer(1), Winter(2), Linear trend(3), Gas consumption (m^3/day)(4), Autoclaved product mass (kg/day)(5).

Következő lineáris regresszió és korreláció vizsgálatunk már csak a fűtési időszakban, vagyis a gázfogyasztás modellezhetőségének kritikusabb esetében kereste a kapcsolatot a termékmennyiség és a hőmérséklet függvényében a gázfogyasztással. A modellezhetőségre csak akkor adható pozitív válasz és az épületek fűtésének gázigénye is csak akkor választható szét a hőkezelések gázigényétől, ha a gyengébb kapcsolatot mutató esetben is még elég magas korrelációs értéket kapunk. Ekkor már kellően szoros kapcsolatot kaptunk, s így értelmezhetjük a lineáris regresszióra kapott adatokat is:

- Korreláció: 91%.
- A koefficiensek a tengelymetszet kivételével 5% alatti hibát jeleznek.
- 1 °C hőmérséklet csökkenés 98 m^3 gázfogyasztás növekedéssel jár.
- 1 t termékmennyiség változás 75 m^3 gázfogyasztás változást okoz.

További vizsgálataink a gázfelhasználással kapcsolatos költségekre, illetve ennek optimalizálására irányultak.

A fűtőgázra fordítandó költség jelentősebb része a felhasznált mennyiség költsége, a másik a felhasználásra lekötött mennyiségé. Ez utóbbi nagyfogyasztók esetén kötelező, meg kell adniuk fél évvel korábban a következő egy évre vonatkoztatva az óránként felhasználandó gázmennyiségük felső határát. Ha viszont ezt egy hónap folyamán akár csak egy óra alkalmával túllépik, akkor a havi legnagyobb túllépés mértékével arányos további igen magas, büntető jellegű költséget kell fizetniük:

$$\text{pótdíj} = \text{túllépés} * \text{fajlagos másféléves lekötésszám} \quad (1)$$

Először változatlan, esetleges korlát alatti felhasználás esetén vizsgáltuk a havi összköltség alakulását a lekötött mennyiség függvényében. A 8. ábrán látható, hogy jelentősebb (csaknem kétszeres) lekötött mennyiség növelése is csak csekély mértékű (10%-nál kevesebb) összköltség emelkedést okoz.

Ezután megvizsgáltuk a korlát túllépése esetén jelentkező büntetés összegének alakulását a túllépés mértékének függvényében. A 9. ábrán látható diagram azt mutatja, hogy akár összességében változatlan felhasználás mellett, de kiegyensúlyozatlan terhelés esetén, ha egy hónap folyamán csak egy óra alkalmával túllépünk a korlátot, ez mekkora havi büntetési összeget jelent.

KÖVETKEZTETÉSEK

Munkánk a cím tartalmának megfelelően nem befejezett modell, csak a majdani modell felállításához szükséges viszontagságos adat előkészítés és a mérési hiányokból adódó szükséges elemzések bemutatása. Fentiek ellenére az alábbi következtetésekre jutottunk:

- A keresendő modellhez szükséges információk nehezen hozzáférhetők, azonban munkánk eredményeként adatbevitel, adat transzormáció és adattisztítás után rendelkezésünkre állhatnak.
- Az épületek fűtésének gázigénye (mérés hiányában) matematikai módszerekkel elkülöníthető a hőkezelés igényétől.
- A gázfizetési algoritmus miatt nem célszerű kis óránkénti gázigényt lekötni, illetve ezt minimalizálni, viszont kívánatos a gázfogyasztás lekötött korlát alatt tartása.

Távlati cél a jelenleg kézi vezérlésű – a gyártósorral kezdődő – ütemezési problémának a fenti korlát betartását biztosító számítógépesítése, mely ezen adatelőkészítésen alapuló további munkánk tárgya.

8. ábra

Havi gázszámla a lekötött gáz függvényében változatlan felhasználás mellett

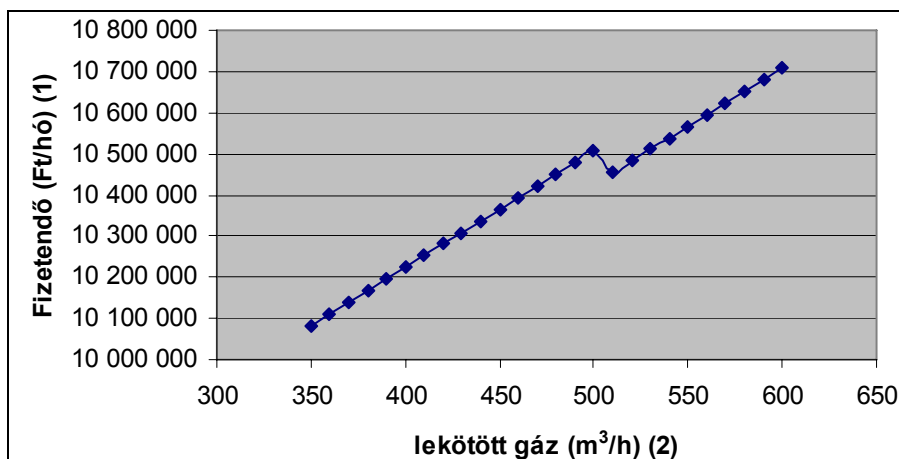


Figure 8: Monthly gas cost in function of fixed gas mass in case of constant consumption

Cost (Ft/month)(1), fixed gas mass (m^3/h)(2).

9. ábra

A büntetés összege a túllépés mértékének függvényében

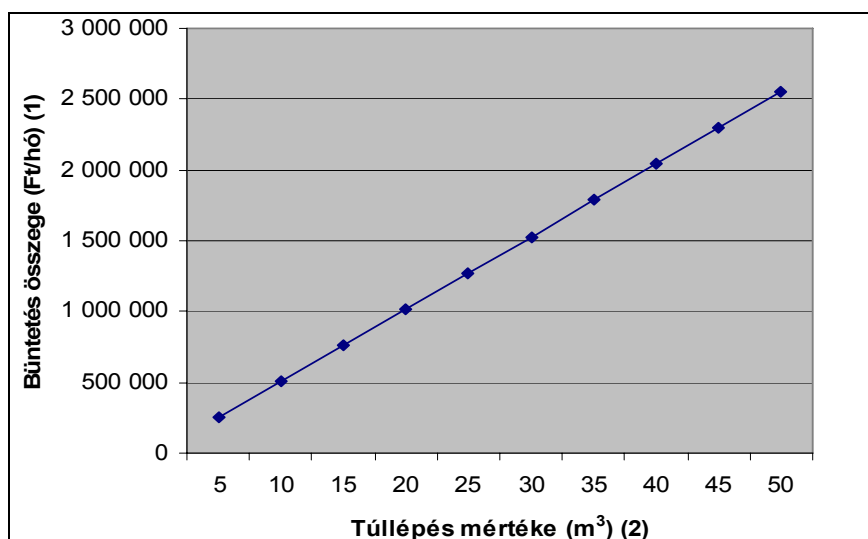


Figure 9: Extra cost, penalty in function of over consumption

Extra cost (Ft/month)(1), Over consumption (m³)(2).

IRODALOM

Eszes, F., Rajkó, R., Szabó, G. (2003): Energia és vízfelhasználás csökkentés lehetőségeinek feltárása a húsiparban. 10 Symposium on Analytical and Environmental Problems, MTA Szegedi Akadémiai Bizottság Kémiai Szakbizottság Környezetvédelmi és Analitikai Munkabizottsága, Szegedi Tudományegyetem, Szeged, 2003. szeptember 29. Proceedings, 169-174. p. www.egaz-degaz.hu/hu [2008.05.19.]

Levelezési cím (Corresponding author):

Fabulya Zoltán

Szegedi Tudományegyetem, Mérnöki Kar, Ökonómiai és Vidékfejlesztési Intézet
6725 Szeged, Mars tér 7.

University of Szeged, Faculty of Engineering

H-6725 Szeged, Mars tér 7.

Tel.: 36-62-546-000, Fax: 36-62-546-027

e-mail: fabulya@mk.u-szeged.hu



Az ERP rendszerek és a Controlling informatikai támogatása

Szatmári F.

Budapesti Gazdasági Főiskola, Pénzügyi és Számviteli Főiskolai Kar, Zalaegerszegi Intézete, 8900 Zalaegerszeg,
Gasparich Márk utca 18/a.

ÖSSZEFOGLALÁS

*Az integrált vállalatirányítási informatikai megoldások (ERP - Enterprise Resource Planning) rendszerbe állítása hazánkban először a pénzügyi szférában valósult meg, a magyar gazdaság többi vállalatánál pedig napjainkban folyik. A feladat hármas tagozódású, legelőször biztosítani kell a vállalati belső és külső adatforrások rendelkezésre állását és megfelelő adatszolgáltatását. A második feladat az adattárház (DW – Data Warehouse) kiépítése a szükséges értékelő, elemző technikák megvalósításával. Végül a harmadik feladat a vállalat különböző irányító rétegeinek megfelelő struktúrájú hozzáférési jogosultság kiépítése. A kész rendszer üzleti intelligencia (BIS - Business Intelligence System) szolgáltatása az adatbányászaton (Data Mining) és az OLAP (On-Line Analytical Processing) funkcióin keresztül valósul meg, mely eljárások ismertetése cikkem fő témája. Ezen adatfeldolgozási módszerek (szeletelés, forgatás, tartomány-kiemelés, lefűrés a hierarchiák mentén, aggregáció és alkockák) adják a Controlling legfőbb informatikai támogatását.
(Kulcsszavak: ERP rendszerek, Controlling, OLAP technológiák)*

ABSTRACT

Integral Enterprise Resource Planning (ERP) and the informatics support of “Controlling” (OLAP-Technologies)

F. Satmári

Budapest Business School, Faculty of Finance and Accountancy, Zalaegerszeg Institute, H-8900 Zalaegerszeg,
Gasparich Márk utca 18/a.

*In Hungary, systems created for Integral Enterprise Resource Planning (ERP) with the help of informatics first took place in the banking sphere, and it is happening nowadays at other companies which play a significant role in our economy. ERP is a three-folded task: the first step is to ensure that the inner and outer data resources of a given company are accessible and all the necessary data is provided; the second is to establish a Data Warehouse with the necessary analyzing and evaluating techniques; and the third is to create an entitlement system which matches the various layers of the company's leadership. This article introduces two essential services of the Business Intelligence System (BIS), which are Data Mining and the different functions of On-Line Analytical Processing (OLAP). The vital informatics support given by Controlling is due to specific data processing methods (such as slicing, spinning, highlighting domains, drilling down along hierarchies, aggregation and sub-dices).
(Keywords: ERP systems, Controlling, OLAP-Technologies)*

BEVEZETÉS

Az információs társadalom kialakulása során a gazdaság különböző vállalatainak elemi érdeke, hogy saját működését, gazdálkodását, irányítását a legkorszerűbb informatikai alapokra helyezze. Nem kevesebbről van szó, mint az ún. „negyedik erőforrás”, az informatika birtokbavételéről és a működés minden területén történő alkalmazásáról (Kotter, 1999).

A hajtóerő elemi erejű, talpon maradni a mai, számtalan kihívással teletűzdelt világban. A körülmények alapvető megváltozása három síkon jellemezhető, nevezetesen a vevők felülkerekedése, a verseny kiéleződése és a változások állandósulása területén (Hammer és Champy, 2000).

Nemzetközi kitekintésben az élenjáró vállalatok régen megvalósították már az egész céget átfogó integrált megoldásokat, sőt multinacionális vállalatok már az egész földgolyót behálózó informatikai rendszereket építettek ki. Utóbbiakra jellemző a nagy autógyárak példája.

Hazai megközelítésben a vállalati szféra most fáradozik az integrált, valós idejű, elektronikus vállalat megteremtésén (Bögel és Forgács, 2003). A célkitűzésem az volt, hogy rendszerszemlélettel komplex képet adjak az ERP rendszerek kiemelten értéknövelt szolgáltatási struktúrájáról, az ún. OLAP funkciókról, amelyeket a kontrollerek és így végső soron a vállalatvezetők kiválóan tudnak használni egy tudatos cégirányításhoz. Bízom abban, hogy ezen ismeretek birtokában a vállalati döntéshozók elemibb erővel viszik végig cégük komplex informatizálását.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Kutatásaimhoz felhasználtam a rendelkezésre álló hazai és külföldi szakirodalmat, továbbá az elérhető adatokat. Ezek elemzéséből, aggregálásából és szelekciójából vontam le következtetéseimet a nemzetgazdaságokra és a vállalati szférára vonatkozóan és az OLAP eljárásokra vonatkozóan. Feltérképeztem és rendszerbe foglaltam a vállalatok számára rendelkezésre álló pénzügyi és egyéb értékelési módszereket, amelyek segítségével kockázatok mellett ugyan, de felmérhetik cégeik várható üzleti hasznát, illetve választani tudnak a különböző stratégiák és taktikák megvalósítása között.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Helyzetelemzés

Hazai megközelítésben a vállalatokat, vállalkozásokat 3 nagy csoportra bonthatjuk. Az első kategóriába sorolhatók a pénzügyi vállalkozások és a pénzügyi vállalkozások, a másodikba a korszerűnek mondható nagyvállalatok, s végül a harmadik kategóriát a feltörekvő kis- és középvállalkozások képezhetik.

A hazai pénzügyi vállalkozások és a pénzügyi vállalkozások élen járnak az integrált vállalatirányítási rendszerek alkalmazásában. A megvalósításokra a '90-es évek elején került sor, amikor is a korábbi szigetrendszereket (pl. számlavezetés, valutarendszer, hitelezés, könyvelés, stb.) egy integrált rendszerbe kapcsolták össze, majd kibővítették a központi adattárház és az értékelő-elemző technikákkal. Kialakultak a nemzetközi szabványoknak megfelelő országos hálózati rendszerek, mint amilyen a GIRO Elszámolásforgalmi Zrt. által üzemeltetett Bankközi Kliring Rendszer (BKR), vagy a Csoportos átutalások rendszere (UGIRO). Ebben a kategóriába tartozik a Valós Idejű Bruttó Elszámolási Rendszer (VIBER), az MNB üzemeltetésében, amely kompatibilis és

csatlakoztatható az EU belépésünket követően bármikor, akár a Monetáris Unióba történő belépésünket megelőzően is az EU tagországok közös RTGS (Real Time Gross Settlement) rendszeréhez, a TARGET (Trans-European Real Time Gross Settlement Express Transfer) rendszerhez, mely utóbbit nevezhetjük az EU-tagországok jegybankjai köldökzsinórjának is.

Mindezekén túl a hazai pénzintézetek és az élenjáróbb pénzügyi vállalkozások már közvetlenül is csatlakoztak a pénzvilág egész földgolyót behálózó nemzetközi pénzügyi telekommunikációs rendszeréhez, a S.W.I.F.T. (Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunication) hálózathoz. A S.W.I.F.T. a nemzetközi bankvilág saját, biztonságos, de mások számára nem nyilvános „Internet” hálózata. Meg kell említeni még a hazai tőzsdei kereskedés informatikai rendszerét is, az MMTS (Multi Market Trading System) „Szabadpiaci Kereskedő Rendszer”-t a BÉT és a BÁT kereskedés kiszolgálásában, és a kereskedéshez kapcsolódó Gazdasági Információs Rendszert (GIR) a TeleDataCast Kft kialakításában.

Ugyancsak a nemzetközi szabványoknak megfelelő, kompatibilis formában működik a tőzsdei elszámolóház, a KELER Központi Elszámolóház és Értéktár (Budapest) Zrt. informatikai rendszere, a „KELER 2000”, készen az EU csatlakozásra, valamint a KIS (KELER Internetwork System), a KELER Rt. ügyfél-kommunikációs rendszere (Heteyi, 2002).

A pénzvilág szereplői és informatikusai természetesen rendkívüli szerepet tulajdonítanak a fenti rendszerek „bizalmosságának”. Így ezen informatikai megoldások mindegyike a Kryptológia legújabb eredményeit alkalmazza a „vonali” titkosításokra, a kódrendszerek és a kapcsolódó kulcsok állandó karbantartására, korszerűsítésére. A pénzvilág helyzetét tehát átfogóan a „nemzetközi élvonal követése” jellemzi.

A hazai nagyvállalatok a pénzvilág szereplőihöz igyekeztek az informatika alkalmazása terén közelíteni. A kényszerűséget érzékelték, és a '90-es évek végétől sorra bevezették az ERP rendszereket.

A hazai kis- és középvállalkozások számára is egyre több szoftvergyártó kínál kisebb, akár modulonként beszerezhető integrált megoldásokat. Ez a szféra is szépen fejlődik, de mégis ők sorolhatók a „megvalósítás” fázisába.

Az informatikai piacon természetesen mindhárom vállalati kategória számára bőségesen van kínálat a korszerű informatikai rendszereket illetően, akár a fejlesztés, akár a csere tekintetében.

Az ERP rendszerek

A legkorszerűbb, átfogó, integrált vállalatirányítási rendszerek egész világon elterjedt elnevezése az „ERP” rendszer, amely az angol Enterprise Resource Planning (vállalati erőforrás-tervezés) szavak kezdőbetűiből alkotott mozaikszó. Az elnevezésben az erőforrás-tervezés arra utal, hogy az ERP rendszerek fő feladata a vállalatok napi, illetve rövid-, közép- és hosszú távú működéséhez szükséges humán, pénzügyi, technikai és egyéb erőforrások tervezése.

Az ERP rendszerek ma már nem csak közreműködnek ezen feladatcsoportok elvégzésében, hanem koordinálják is azokat a folyamatok között és az egész szervezet szintjén is. A globális integrált rendszerek tehát az automatizálást és a koordinációt, integrációt kiterjesztik a vállalat valamennyi folyamatára (Heteyi, 2004).

Az ERP rendszereket a különböző vállalatok menedzsmentje nem azért vásárolja meg, hogy korszerűbb, tetszetősebb információs rendszere legyen, hanem azért, hogy egyértelmű üzleti előnyökhöz jusson. Az üzleti előnyök pedig megjelennek a jobban integrált, automatizáltabb, rugalmasabb, áttekinthetőbb, a vállalati értékteremtés

támogatásában, menedzselhetőbb üzleti folyamatokban, a nagyobb szervezeti hatékonyságban, a jobb adat- és információ-minőségben, a vállalati teljesítmények sokoldalú mérése és értékelése tekintetében, a jobban előkészített vállalati döntésekben, az újabb üzleti lehetőségek jobb felismerhetőségében.

Integrált vállalatirányítási információs rendszer alatt az egy vállalatban belül lezajló valamennyi folyamat egységes, számítástechnikai kezelését megvalósító információs rendszert értünk. Az ilyen rendszerben nincs redundancia, az adathozzáférés a jogosultsági rendszernek megfelelően adatbázis alapú, vagyis minden felhasználó „ugyanazt a könyvet írja és olvassa” (single data repository: egyszeres adattárolás, *Hetyei, 2000*).

Összegezve tehát az ERP rendszerek jellemzője az integrált belső moduláris felépítés, az EAI eszközök segítségével egységes rendszerbe foglalva.

Az ERP II. rendszerek

Az egyre dinamikusabb környezeti változások, a mindinkább erősödő piaci verseny, a folyamatosan növekvő vállalati igények, s mindezekkel párhuzamosan az informatika és a telekommunikáció rohamos fejlődése néhány évvel ezelőtt oda vezetett, hogy az üzleti folyamatok informatikája, illetve az ERP rendszerek integrációja átlépte a vállalatok határait, s a vállalati belső folyamatok integrációja kibővült vállalaton kívüli, vagyis a vevő-oldali és a szállító-oldali folyamatok integrációjával is. (ERP II.)

Az ERP rendszerek komponensei három fő típusba sorolhatók funkcionális szempontból:

- operatív folyamatok támogatása,
- elektronikus üzletviteli (e-business) funkciók,
- vállalkozás-irányítási folyamatok támogatása (*Hetyei, 2002*).

Operatív folyamatokat támogató komponensek: Az ilyen alkalmazásokat on-line tranzakció feldolgozó rendszereknek (OLTP: On-line Transaction Processing) nevezzük, amelyek gyorsan, hatékonyan feldolgozzák a vállalatnál keletkező nagyszámú üzleti tranzakciót és adataikat, információkat gyűjtenek a rendszerek másik nagy csoportja számára. Mindezen feladatokon túl ezek a rendszerek ma már folyamatosan tervezik a szervezet működéséhez szükséges erőforrásokat, kiszámítják az anyag és alkatrész-szükségletet, a szükséges gyártókapacitás nagyságrendjeit, a humán erőforrás szükségleteket, vagy a likviditás folyamatos biztosításához szükséges készpénz mennyiségét (ERP funkció).

Vállalkozás-irányítási komponensek: Ezen rendszerek gyűjtőneve az informatikában az on-line elemzés készítő (OLAP: On-line Analytical Processing) rendszerek. Az itteni alkalmazások kiegészítik az erőforrás-tervező operatív rendszereket, feldolgozzák és a menedzsment számára felhasználhatóvá teszik az azokban felhalmozott információkat, kiegészítik azokat más (külső) forrásokból is, vagyis megteremtik a vállalat információs vagyonát. A vállalkozás-irányítási rendszerek a vezetők számára döntéstámogatást is nyújtanak, mint pl. az adattárház (Data Warehouse) technológia, az adatbányászat (Data Mining) az üzleti intelligencia (Business Intelligence), a vezetői döntéstámogató rendszer (DSS: Decision Support System), a vezetői információs rendszereket (EIS: Executive Information System).

E-business komponensek: Az ERP rendszerek a közelmúltban további funkciókkal egészültek ki, amelyeket összefoglaló néven e-business alkalmazásoknak nevezünk, s ez az Internetre épülő üzleti megoldások gyűjtőneve. Az Internet fontos szerephez juthat a vállalat és vevői, ügyfelei közötti kapcsolatok menedzselésében (e-CRM: electronic Customer Relationship Management), az ellátási láncok irányításában (e-SCM: electronic Supply Chain

Management), a vállalatok közötti (b2b: business to business), továbbá a vállalat és a fogyasztók közötti (b2c: business to consumer) kereskedelemben (e-commerce), beleértve a beszerzést (e-procurement) és az értékesítést (e-sales) is. A legutóbbi terület az elektronikus kormányzás bevezetésével (e-Government) a vállalatok hatóságok iránti kötelezettségeinek Interneten történő lebonyolítása (b2a: business to administration).

A teljesség igénye nélkül a komponensek jellemző elemeit az alábbi szerkezeti táblázatban foglalhatjuk össze. (1. táblázat)

1. táblázat

Az ERP II. rendszerek struktúrája

Integrált vállalatirányítási információs rendszer (1)	Tranzakció feldolgozás OLTP és Erőforrás- tervezés ERP (2)	Tervezés (5)
		Beszerzés (6)
		Termelés-irányítás (7)
		Értékesítés, disztribúció (8)
		...
		Pénzügy, Számvitel (9)
		Humán erőforrás (10)
		Marketing (11)
		Kontrolling (12)
		...
	Vezetői információs komponensek (3)	Irodai információs rendszer (AOS) (13)
		Programozott döntések (pl.:CAM) (14)
		Menedzsment információk (MIS) (15)
		Vezetői döntéstámogatás (DSS) (16)
		Vezetői információk (EIS) (17)
		...
	e-Business komponensek (4)	Website, Webpage, Homepage (18)
		Webportál (19)
		e-CRM (20)
		Szállítókapsolat (eSRM) (21)
		Ellátási lánc (eSCM) (22)
		Kereskedelem (eCommerce) (23)
		Internet-reklám (24)
		...

Table 1: Structure of ERP II. systems

Information system of Integral Enterprise Resource Planning(1), Systems of On-Line Transaction Processing and of Enterprise Resource Planning(2), System of On-Line Analytical Processing(3), Components of e-Business(4), Planning(5), Procurement(6), Production management(7), Sale, distribution(8), Finance, accounting(9), Human Resources Management(10), Marketing((11), Controlling(12), Automated Office System(13), Computer Aided Manufacturing(14), Management Information System(15), Decision Support System(16), Executive Information System(17), Website, Webpage, Homepage (18), Webport(19), Internet Costumer Relationship Management(20), Internet Supply Resources Management(21), Internet Supply Chain Management(22), Internet Commerce(23), Internet Promotion(24)

A Controlling informatikai támogatása

A Controlling informatikai szemlélete: A controlling-koncepció az elmúlt 20 év vállalati gyakorlatában folyamatosan fejlődött ki és vált a vezetés nélkülözhetetlen részévé. Kezdetben a fogalmat a szélszerinti amerikai fordítás nyomán tévesen az ellenőrről azonosították. Ma már egységes a vélemény abban, hogy a controlling – funkcionális szempontból – a vezetés alrendszere, mely a tervezést, az ellenőrzést, valamint az információellátást koordinálja. A controller a vállalati vezetés részeként, illetve közvetlen alárendeltjeként helyezkedik el a vállalati hierarchiában, mivel ő a vállalatvezetés információellátója, a tervezés résztvevője és az ellenőrzés realizálója (Horváth, 1993).

Az előzőekből megállapítható tehát, hogy a vállalati informatikus legfőbb partnere a vezetői információrendszer kialakításában a vállalati controller. A vele történő együttműködés lehet az informatikai-közgazdasági alapja egy jó vezetői információs rendszer kialakításának.

A Controlling informatikai rendszerek fejlődése: Az 1980-as években alakultak ki a hagyományos „piramis”-szervezeteknek megfelelő alkalmazási területek, amelyek rendkívül jól szolgálták a hierarchikus vállalati felépítés különböző szintjeit (TPS, MIS, DSS, EIS). Az 1990-es évektől kezdődően az élenjáró vállalatok megkezdtek a hagyományos „piramis”-szervezetek lebontását és áttértek a vevőközpontú, folyamatalapú szervezeti formákra. Természetesen ezen változásokat – amiket a BPR-eljárások és a Tudásmenedzsment-technológiák tettek lehetővé – gyorsan követték az informatikai rendszerek fejlesztésében is. Kialakultak így a mai helyzetet meghatározó „komplex”-tudású rendszerek, amelyek minden funkciót ellátnak és minden felhasználói szintet kielégítenek információkkal, a jogosultsági rendszernek megfelelően. Ezen rendszerek esetében legfeljebb belső modulokról beszélhetünk (tranzakciós, tervező, Internetes, döntéstámogató, stb.).

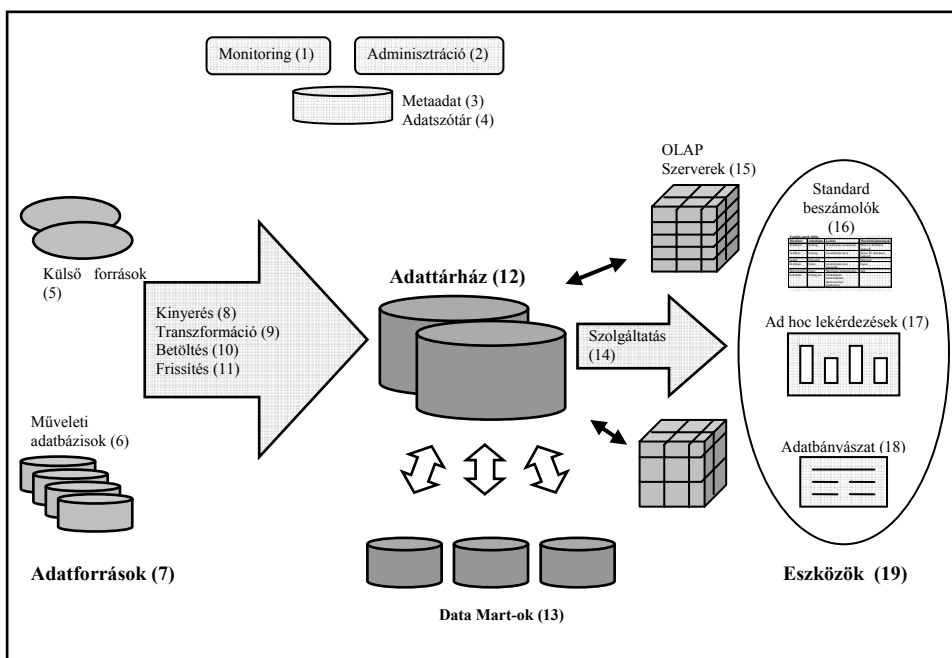
Elemző rendszerek: Az elemző, értékelő és stratégiai rendszerek esetében ma is intenzív fejlesztési szakaszból beszélhetünk. A valós idejű elemzés (OLAP) igénybe veszi a jelenleg ismert legkorszerűbb matematikai, közgazdasági és informatikai megoldásokat. Az elemző rendszer alapja az adattárház-technológia (Data Warehousing Technology). A vállalat különböző belső szakterületeinek szakosított adatbázisaiból (DM: Data Mart), mint adatpiacokból, meghatározott eljárásrend mellett (tisztítva, szűrve, aggregálva, témaorientáltan, integráltan, idővariánssal ellátva, nem változtatható módon, szervezeten) begyűjtjük az adatokat az adattárházba (DW: Data Warehouse). Az adattárház két alapvető funkciót lát el, egyrészt az így bekerült adatokat a „tranzakciós adattárban” tárolja, másrészt folyik egy feldolgozás, aminek eredményeképpen az adatok egy „elemzésre optimalizált adattárba” kerülnek, amely lehet multidimenzionális adatbázis, relációs-, vagy hibrid adatbázis. Az adattárházhoz kapcsolódnak az ún. elemző, értékelő eszközök (standard beszámolók, ad-hoc lekérdezések, adatbányászat). A folyamatot az 1. ábra szemlélteti.

Az OLAP technológia

A hagyományos jelentéskészítés során a vezető számára a grafikus felülettel rendelkező egyszerű jelentésgenerátorok készítenek kimutatásokat. Ezek kitűnő formázási képességekkel rendelkeznek, a riportdefiníciók eltárolhatók, módosíthatók, ismételten futtathatók. Az alkalmazások viszont korlátozott statisztikai képességekkel rendelkeznek, összegzés, átlagolás, szélsőérték-számítás, egyszerű statisztikai aritmetikai számítások jelentik a repertoárt. Lényegében a „Mi történt?” jellegű kérdésekre adnak választ, mint pl.: „Mennyi volt az értékesítés volumene az előző negyedévben?”.

1. ábra

Az adattárház technológia



Forrás (Source): Heteyi (2003)

Figure 1: Technology of Data Warehouse

Monitoring(1), Administration(2), Metadata(3), Repository(4), External Sources(5), Transaction Data Warehouses(6), Data Sources(7), Extraction(8), Transformation(9), Feed(10), Updating(11), Data Warehouse(12), Data Marts(13), Supply(14), OLAP Servers(15), Standard Reports(16), Ad-hoc Query(17), Data Mining(18), Means(19)

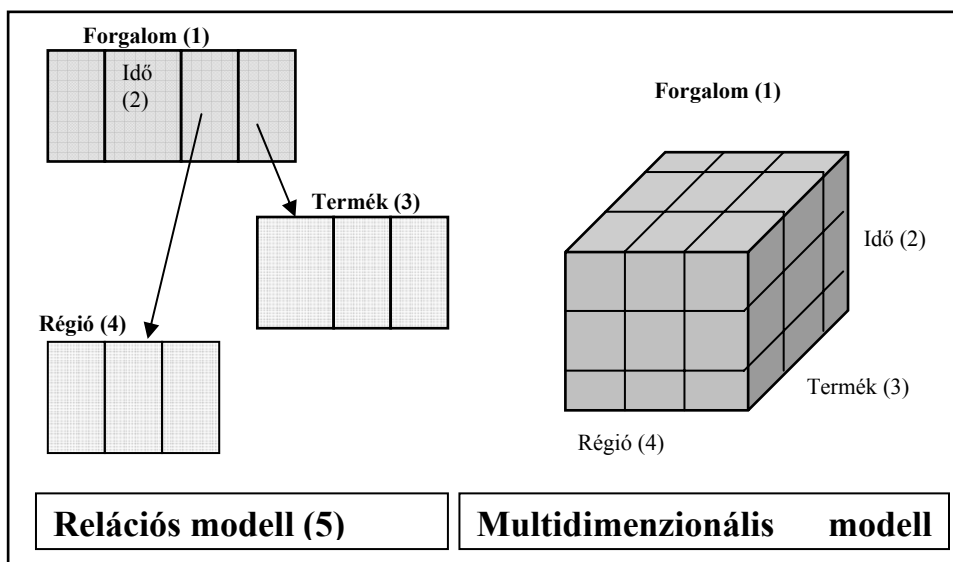
Az OLAP technológia alapja a többdimenziós modell, amit az informatikusok „OLAP-kocka” néven emlegetnek. A technológia alapvetően két részből áll, egyrészt az adatokat az adattárház-technológiával elemzésre optimalizált formában, multidimenzionális, vagy relációs adattárban kell letárolni. Másrészt az így felépített adatbázisból az OLAP-funkciók segítségével célratörő elemzések végezhetők.

A többdimenziós modell alapja az a logikai megközelítés, hogy végül is minden vállalkozás valamilyen „Terméket” forgalmaz, különböző „Piacokon”, és a teljesítményét az „Idő” függvényében méri (2. ábra).

Az ilyen rendszerű „adattárolás esetén lehetőségünk van „Ad hoc” elemzésekre, vagyis választ kaphatunk a „Miért?” kérdésre. Ha kiválasztunk pl. egy termék-kategóriát, megjeleníthetők annak összetevői egyel alacsonyabb részletezettség szinten, vagyis a kategória mely típusok milyen volumeneiből állt össze. Az OLAP funkciók használata tehát lehetőséget ad az okok feltárására, azaz az egyes összetevők hatásának részletes vizsgálatára.

2. ábra

A többdimenziós modell



Forrás (Source): Kupás (2001)

Figure 2: The Multi-dimensional Model

Trade(1), Time(2), Product(3), Region(4), Relation Model(5), Multi-dimensional Model(6)

A különböző elemző, értékelő, beszámoló eljárások fő típusai az alábbiak.

Standard jelentések, beszámoló füzetek: A vállalati Controller koordinálása eredményeképpen az informatikai rendszer által szolgáltatott alapinformációk, amelyek a kritikus sikertényezőket tartalmazzák, értékelik. Elsősorban a szakterületek vezetőinek munkaanyaga.

„Ad hoc” lekérdezések, elemzések: A vállalati vezetők részére biztosított „egyéni” lekérdezési lehetőségek, amelyek összességében arra szolgálnak, hogy feltárják a trendek mögött rejlő kiváltó okokat. A szakterületi- és a felsővezetők eszköze is.

Felsővezetői rendszer: A felsővezetőknek nincs idejük a mélyreható adatelemzések végzésére, ők erősen szintetizált, leegyszerűsített, statikus összefoglalókat igényelnek. Az elemzőkkel ellentétben, ha „további információt” kérnek, az inkább kiegészítő tájékoztatást, sem mint bővebb részletezettséget jelent. Az informatikai megjelenítésre jellemző a „műszerfal-koncepció”, ami a vezetéshez szükséges leglényegesebb információkat összerendezve, egyszerre mutatja, felhasználva a különböző színhatás-effektusokat is (pl. az Oracle rendszerében a teljesített mutatók zöld, a lemaradásban lévő mutatók sárga, illetve bizonyos határ felett piros színűek).

Az OLAP funkciók

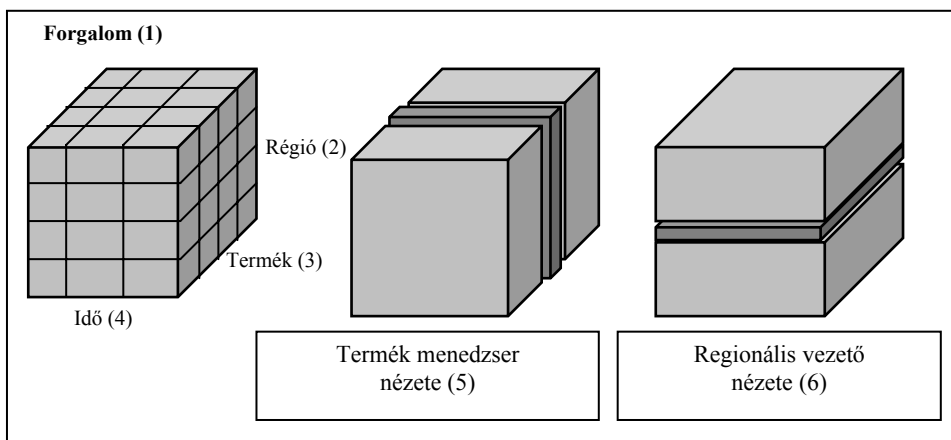
Az On-line Analytical Processing nem más, mint a vállalatok ön- és környezetelemzési tevékenysége, amely különféle *elemzési modellek* és *szempontok* alapján információk

összegyűjtése, rendszerezése, értelmezése, szintetizálása és végül aktiválása. Ezen folyamat végrehajtását az elemző informatikai rendszer különleges képességei, az ún. OLAP funkciók teszik lehetővé. A következőkben tárgyalt funkciók alkalmazását természetesen a már korábban bemutatott vállalati adattárház, és a gyakran ebből kiépített multidimenziós OLAP adatbázis (MOLAP) teszi lehetővé (Horváth, 1993).

Szeletelés („Slicing”): Az „OLAP-kockából” megfelelő parametrizálással kiemelhetünk ún. „szeleteket”, vagyis valamely komplex struktúra (pl. a vállalat teljes értékesítési volumene) - meghatározott jellemzőkhöz kötött - részhalmazát. A szeletelés a részletes cellaadatokra vonatkozó lekérdezéseknél a teljes kockának a különböző, maximum kétdimenziós szeletekre bontásának művelete, amely az egyes funkcionális felhasználói igényeknek felel meg. Például egy kiválasztott termék eladási forgalma a különböző régiókban és időszakokban az adott termék termékmenedzserét érdekli elsősorban. Ebben a nézetben nem szerepelnek a többi termékre vonatkozó adatok, hiszen azok egy másik termékmenedzser számára lesznek fontosak. Hasonlóan a kockának egy adott régió szerinti leszűkítése a régiót vezető menedzser számára adnak értékelhető információt. A kockák különböző szempont és hatáskör szerinti felbontását mutatja be a 3. ábra.

3. ábra

OLAP funkciók – Szeletelés



Forrás (Source): Kupás (2001)

Figure 3: OLAP Functions – Slicing

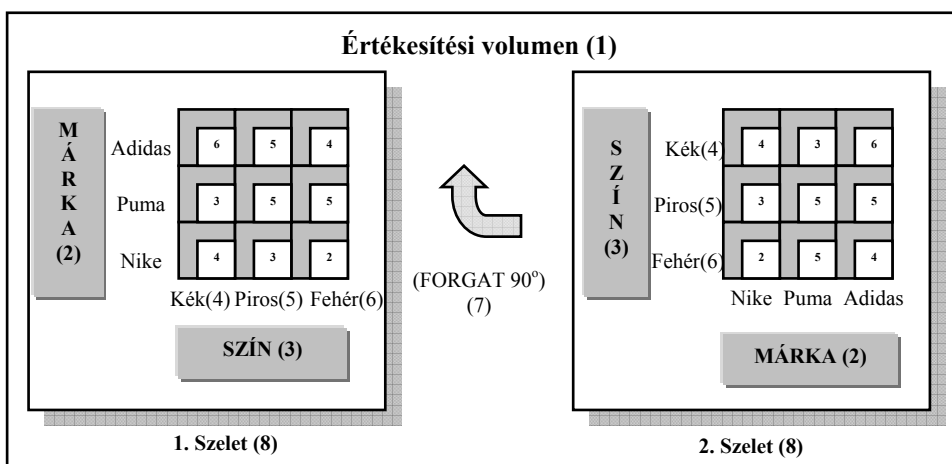
Trade(1), Region(2), Product(3), Time(4), View of Product Manager(5), View of Region Manager(6)

Forgatás („Spinning”): Állandó igény, hogy a frekvenciát adathalmazt fordított relációban tekintsük meg, mivel számunkra az a nézet (x és y tengelyek felcserélése) az értelmezhető. Az OLAP rendszerek ezt is biztosítják. (4. ábra).

Tartomány-kiemelés („Sub-dices”): Gyakori feladat, amikor a rendelkezésre álló adathalmazból csak egy – szintén több dimenziós – részhalmazra vagyunk kíváncsiak. Ekkor használjuk az OLAP tartomány-kiemelés, vagy „kockázás” funkcióját. (5. ábra)

4. ábra

OLAP funkciók – Forgatás



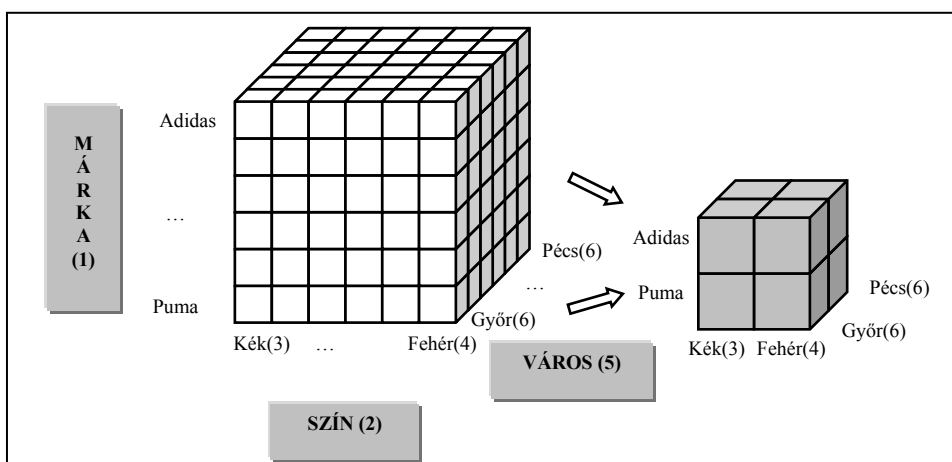
Forrás (Source): Kupás (2001)

Figure 4: OLAP Functions – Spinning

Volume of Sale(1), Trade Mark(2), Color(3), Blue(4), Red(5), White(6), Spin 90 (7), 1-2. Slice(8)

5. ábra

OLAP funkciók – Tartomány kiemelés („kockázás”)



Forrás (Source): Kupás (2001)

Figure 5: OLAP Functions – Taking out Domains (Sub-Dices)

Trade Mark(1), Color(2), Blue(3), White(4), Town(5), Towns in Hungary(6)

„Lefűrés” a hierarchiák mentén („Drilling down” és „Drilling up”): Ha a „Miért?” kérdésre szeretnénk választ kapni, az aggregált adatok „mögé” kell néznünk, mivel a fő mutatószám alakulását valamely komponense(i) eredményezték. A behatóbb vizsgálatok érdekében szükségünk lehet a részletekre, amit kibonthatunk a különböző hierarchiák mentén, pl. a földrajzi dimenzió, vagy pl. a kategória-összetevők vonatkozásában (6. ábra).

6. ábra

OLAP funkciók - „Lefűrés” a hierarchiák mentén

Egy termékkategória összetevői, eggyel alacsonyabb részletezettségi szinten (1)	Értékesítés (éves halmozott) (2)				
	Termékek (3)	Idő (4)			
		I. n.év (5)	II. n.év (5)	III. n.év (5)	IV. n.év (5)
		mFt (6)	mFt (6)	mFt (6)	mFt (6)
	Elektronika (7)	3,6			
	Játékok (8)	1,1			
Értékesítés (éves halmozott) (2)					
Termékek (3)	Idő (4)				
	I. n.év (5)	II. n.év (5)	III. n.év (5)	IV. n.év (6)	
	mFt (6)	mFt (6)	mFt (6)	mFt (6)	
Elektronika (7)	3,6				
Videomagnók (10)	0,6				
Táskarádiók (11)	0,1				
Videokamerák (12)	1,6				
Sétálómagnók (13)	0,3				
Videójátékok (14)	0,6				
Grillsütők (15)	0,3				
Kazetták (16)	0,1				

Forrás (Source): Kupás (2001)

Figure 6: OLAP Functions – Drilling down and Drilling up

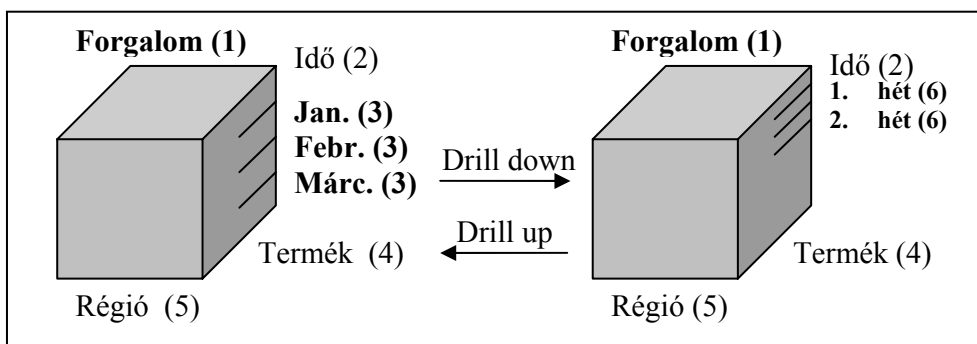
Specifications of Products(1), Sale (Lasting Year)(2), Products(3), Time(4), Quarters of the Year(5), Million HUF (Hungarian Forint)(6), Electronic Product(7), Toys(8), Others(9), Video Recorders(10), Portable Radios(11), Video Camcorders(12), Walkmans(13), Video Toys(14), Grills(15), Cassettes(16)

A „lefűrés” lehetőséget ad az okok feltárására, vagyis az egyes összetevők hatásának részletes vizsgálatára. Az aggregált adatok dimenzió finomítása a 'drill down' művelet, amellyel egyre mélyebbre kerülünk a dimenzióhoz tartozó hierarchia mentén. A dimenzió finomítás ellentéte a dimenziótömörítés, a 'drill up' művelet, amely során egy részletesebb felbontású statisztikából egy durvább felbontású statisztikára lépünk át (7. ábra).

Aggregáció („Aggregation”): Az előző OLAP eszköz lehetővé teszi, hogy az összes adathalmazból bármikor képezhessünk rész-adathalmazt, vagy akár „születet”, de annak inverze, az aggregáció is rendelkezésünkre áll. Így például a forgalomnak a területi bontását nézve, ha egy kiugróan magas régiót találunk, akkor ennek a régióknak a városokra való bontásával információt kaphatunk arról, hogy ez a forgalom-növekedés minden város esetén egyenletesen bekövetkezett-e, vagy csak bizonyos városok forgalom-növekedése okozta (8. ábra).

7. ábra

OLAP funkciók – „Lefűrés” a hierarchiák mentén



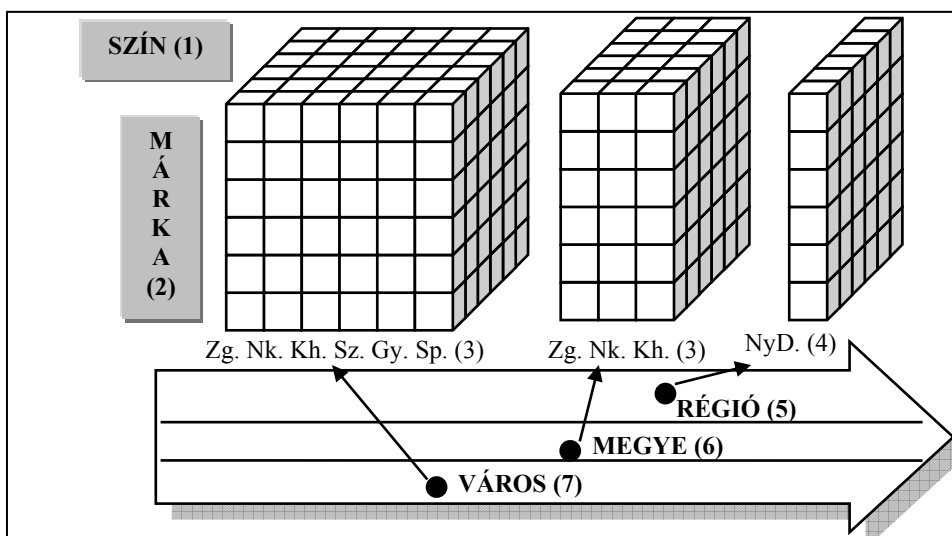
Forrás (Source): Kupás (2001)

Figure 7: OLAP Functions – Drilling down and Drilling up

Trade(1), Time(2), Months(3), Product(4), Region(5), Weeks(6)

8. ábra

OLAP funkciók – Aggregáció



Forrás (Source): Kupás (2001)

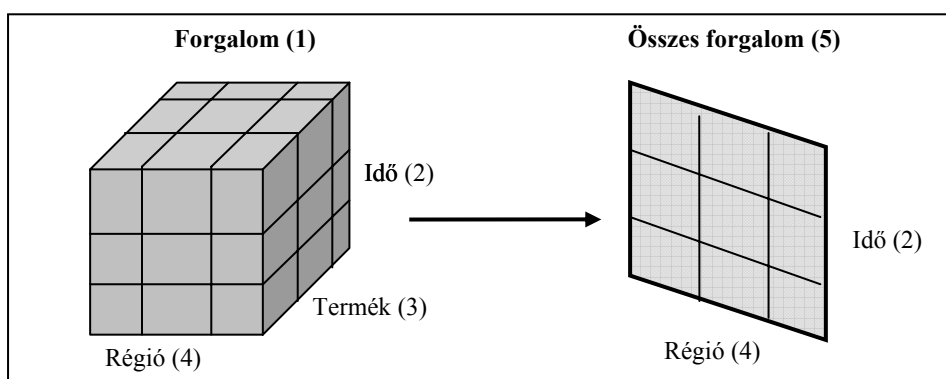
Figure 8: OLAP Functions – Aggregation

Color(1), Trade Mark(2), Towns in Hungary(3), Land in Hungary (West-Pannonia)(4), Region(5), County(6), Town(7)

Átdimenzionálás („Pivot”): Egy másik speciális művelet a kocka átdimenzionálása, amelynek során egy módosított kockát hozunk létre, csökkentve a dimenziók számát. Az új kocka celláinak értékét az eredeti cella értékek aggregációjával származtatjuk. Például összesítve az összes termékre vonatkozó forgalmat, olyan új kockát hozhatunk létre, amelyben már csak két dimenzió, az idő és a régió fog szerepelni, így az új cellák az adott időszakhoz és régiókhoz tartozó összesített termékforgalmat tartalmazzák (9. ábra).

9. ábra

OLAP funkciók – Átdimenzionálás, „Pivot”



Forrás (Source): Kupás (2001)

Figure 9: OLAP Functions – Pivot

Trade(1), Time(2), Product(3), Region(4), Total Trade(5)

KÖVETKEZTETÉSEK

A mai korszerű integrált vállalatirányítási rendszerek lehetővé teszik tehát a tranzakció-feldolgozáson túl az operatív tervezést, irányítást és a tranzakciós adattár létrehozását is. Az *adattárház technológia* keretében megtörténik az adatátvitel és az elemzésre optimalizált, relációs vagy multidimenziós adattárolás. Az *OLAP rendszerek* a vállalati adattárházak adataiból táplálkozva, sok esetben speciális felhasználási célokra, azokból külön funkciójú multidimenziális adatbázisokat építve, elvégzik a teljes körű elemzés, értékelés tevékenységet a vezetői szintek számára. Az EIS, a DSS és az üzleti intelligencia (BI: Business Intelligence) rendszerek keretében választ kapunk a „*Mi lenne ha?*” típusú kérdésekre is a vezetői döntéstámogatás területén. Mindezen okok miatt egy korszerű vállalat ma már nem nélkülözheti az ERP II. rendszerek alkalmazását, egy bizonyos vállalati nagyság felett pedig az összehangolt, hatékony működés eleve elképzelhetetlen ezen eszközök nélkül.

A multidimenziális elemző eszközök természetesen nem helyettesítik a *hagyományos analízist*, amelyek tárolt eljárásokat és előre definiált komplex lekérdezéseket használnak. Nagyon fontos további önálló terület az *adattárházati eszközök alkalmazása* is, amiket gyakran az adattárházak kliens-oldali eszközeiként használnak.

Végezetül megállapítható, hogy a vállalati vezetés fontos elemeként funkcionáló controlling széles informatikai támogatásban részesül a fenti komponensek használatával, az informatika részéről.

IRODALOM

- Bögel Gy., Forgács A. (2003): Informatikai beruházás – üzleti megtérülés. Műszaki Könyvkiadó : Budapest, 75-78.
- Hammer, M., Champy, J. (2000): Vállalatok újraszervezése. Panem : Budapest, 44.
- Hetyei J. (2000): Vállalatirányítási Információs rendszerek Magyarországon 2. ComputerBooks : Budapest, 19-23.
- Hetyei J. (2002): Pénzügyi és állami intézmények információs rendszerei Magyarországon. ComputerBooks: Budapest, 32-37.
- Hetyei J. (2004): ERP rendszerek Magyarországon a 21. században ComputerBooks : Budapest, 23-24., 29-31.
- Horváth, P. (1993): Controlling: a sikeres vezetés eszköze. Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó : Budapest, 32-198.
- Kaplan, R.S., Norton, D.P. (2000): Balanced ScoreCard. KJK-KERSZÖV : Budapest, 24-27.
- Kotter, J.P. (1999): A változások irányítása. Kossuth Kiadó : Budapest, 19.
- Kupás T. (2001): Előadás-sorozat a BME GTK-n, az IFUA Horváth & Partners nemzetközi üzleti tanácsadó cég képviseletében (<http://www.ifua.hu>)

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Szatmári Ferenc

Budapesti Gazdasági Főiskola,
Pénzügyi és Számviteli Főiskolai Kar, Zalaegerszegi Intézete
Informatika Tanszék
8901 Zalaegerszeg, Pf. 67.
*Budapest Business School, Faculty of Finance and Accountancy,
Zalaegerszeg Institute
Department of Information Technologie
H-8901, Zalaegerszeg, POB 67.
Tel: 36-92-509-959, 36-30-928-3067
e-mail: szatmari.ferenc@pszfz.bgf.hu*



Középméretű vállalatirányítási rendszerek elemzése

Lehőcz G.

Kaposvári Egyetem, Informatika Tanszék, 7400 Kaposvár, Guba Sándor út 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen munka első részében napjaink egyik legdinamikusabban fejlődő piacát, a németországi középméretű vállalatirányítási rendszerek (továbbiakban ERP - Enterprise Resource Planning) kereskedelmét elemzem. A vizsgálatot egy ösztöndíj keretében 2007 márciusban a német tulajdonú proALPHA Consulting AG hamburgi központjában végeztem. Az ERP rendszert gyártók közül kiemelkedő az SAP AG 2005-ben közel 1,5 milliárd dolláros bevételeivel. A középméretű vállalatok számára fejlesztett rendszerek, és az azokhoz szervesen kapcsolódó szaktanácsadó hálózatok által generált bevételek alapján megállapítható, hogy a 200-300 főt foglalkoztató cégek uralják a piac ezen szegmensét. A cikk második részében a vállalatirányítási rendszerek különböző moduljait, és azok általános funkcióit tekintem át. Vizsgálataim eredményeként összeállítottam egy megoldási blokk-ábrát, mely egyben egy javaslat is a német fejlesztésű középméretű proALPHA vállalatirányítási rendszer funkcióinak bővítésére. Kutatási témámhoz az ERP rendszerek optimalizáló modulja szervesen kapcsolódik, ezért a proALPHA termelés-tervezés moduljával részletesebben foglalkoztam. Egy globális és egy lokális optimalizációs folyamatot vizsgáltam, ami alapján megállapítottam, hogy a proALPHA termelés-tervezési folyamatában jól alkalmazható lenne a kutatóműhelyben kifejlesztett, generikus/genetikus modellen alapuló, szuboptimális megoldásokat fejlesztő módszer.

(Kulcsszavak: ERP, optimalizáció, folyamat szimuláció)

ABSTRACT

Analysis of Middle-size Enterprise Resource Planning Systems

G. Lehőcz

Kaposvár University, Department of Information Technology, H-7400 Kaposvár, Guba S. 40.

In the first part of this one of the most developing markets, the sales of the ERP (Enterprise Resource Planning) systems for middle-size companies in Germany were analyzed. The study was accomplished within a frame of a scholarship in the center of the German proALPHA Consulting AG in Hamburg, in March of 2007. SAP AG is salient from the ERP suppliers with a nearly 1,5 billion \$ income in 2005. Considering the incomes from the systems made for middle-size companies and from the functionally associated consultant networks, the companies with 200-300 employees dominates this segment of the market. In the second part of the paper the various modules and functionalities of the ERP were investigated. This concludes in an ERP solution map, which contains also a suggestion to complete the functionalities of the German middle-size ERP called proALPHA. The optimization module of the ERP systems has been studied more detailed in the third part of the paper. A global and a local optimizing

process were analyzed with the knowledge of the PPS (Production Planning System) module of the proALPHA. Based on the investigations the generic/genetic model based suboptimal solution generating algorithm (developed in our Department) seems to be applicable in the PPS module of proALPHA.

(Keywords: ERP, optimization, process simulation)

BEVEZETÉS

A vállalatirányítási rendszerek (továbbiakban ERP) piaca az elmúlt 10 évben évente átlagosan 32%-os növekedést mutatott (*AMR Research*, 2006). A bevételek összetételét elemezve megállapítható, hogy korábban a licenz megvásárlása volt a legjelentősebb része egy ERP telepítési költségeinek, azonban manapság a szaktanácsadói díj jelentősen túlszárnyalta ezt (*Falk*, 2005). Ez nyilvánvalóan abból következik, hogy a különböző ERP felhasználók igényei és specifikációi még az azonos szektorokban is rendkívül eltérőek, továbbá az egyszeri licenszdíjhoz képest a terméktámogatás költségei szerződéstől függően éveken, vagy akár az adott ERP használatának végéig jelentkeznek.

A ERP piac szegmentációjában az iparági különbségek mellett fontos szerepet játszik az üzemméret is.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Munkám során módszerként a szakirodalomból történő adatgyűjtést alkalmaztam és a tanulmányutam során szerzett ismereteken alapulva a proALPHA-t használtam példarendszerként. A kutatás során a viszonylag kis számú publikációt jól kiegészítette egy valós rendszer fejlesztési folyamatainak megismerése.

EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELES

Az ERP gyártók németországi piaca

A németországi piac kiemelkedő szereplője az SAP AG a 2005 évi adatok alapján közel 1,5 milliárd dolláros éves bevételével, utána következik a nagyobbak közül 80 millió dolláros éves bevétellel a Sage Group, majd sorban a Microsoft Business Solutions, az Infor és az Oracle Corporation.

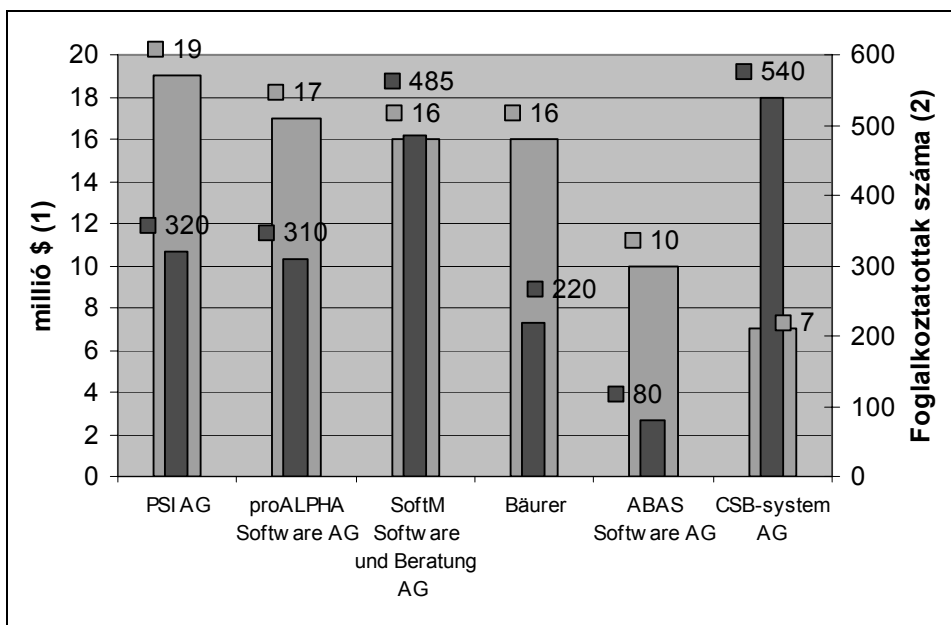
A továbbiakban a németországi középméretű vállalatok számára ERP-t gyártók piacát elemeztem, a 200-300 főt foglalkoztató középméretű vállalatokra specializálódott fejlesztőkre koncentrálni. A 2005 évi bevételek alapján az *1. ábrán* látható rangsor írható fel. Az ábrán szerepeltettem a vállalatok dolgozói létszámát is, ami bizonyos mértékig a szoftvergyártás hatékonyságát is mutatja, bár a magas dolgozói létszám az ipari ágazati különbségekből adódó eltérő emberi erőforrásigény eredménye is lehet.

A felsorolt vállalatok közül a második a proALPHA Software AG, melyet a Kaposvári Egyetem „Gazdaság folyamatok részletes dinamikus viselkedésének elemzése” című kutatási témám keretén belül 2007 márciusában tanulmányút keretében ismertem meg (*Csukás*, 1998a; *Csukás*, 1998b).

Az 1992-ben alapított proALPHA Software AG integrált vállalati megoldások fejlesztésére és bevezetésére specializálódott elsősorban a gyártó, kereskedelmi területeken dolgozó, vagy projektszemlélettel működő közép- és nagyvállalatok számára. A proALPHA rendszer teljes körű, integrált, standard vállalati szoftver megoldás, amely platformfüggetlenül működik (Windows, Unix, Linux rendszereken, Progress adatbázis-kezelővel).

1. ábra

**Középméretű vállalatok számára gyártott szoftverekből származó
2005. évi bevételek Németországban**



Forrás (Source): Western Europe ERP Applications, Competitive Analysis, 2006, IDC

Figure 1: Middle-size ERP Software revenues in Germany in 2005

Million \$(1); Number of employees(2)

ERP rendszerek funkcionálisai

A továbbiakban tekintsük át a fenti ERP rendszerek jelenleg elérhető moduljainak funkcionálisait, az egyes rendszerek közötti különbségekre koncentrálna.

A funkcionálisok alapvetően első és második szintre bonthatók. A következőkben ezeket mutatom be felsorolásszerűen az angol elnevezéseket is jelezve.

1. Első szintű funkciók

- Alap funkciók - CORE business
 - Kereskedelem - Sales
 - Logisztika - Logistic
 - Termelés - Production
- Kiegészítő funkciók - SUPPORTING
 - Könyvelés és pénzügy - Accounting & Finance
 - Kontrolling - Controlling
 - Emberi erőforrások - Human Resources
- Általános funkciók - GENERAL
 - Átfedő funkciók - Crossover functionalities

2. Második szintű funkciók

- Kereskedelem - Sales
 - Ügyfélkapcsolat kezelés - Customer Relationship Management - CRM
 - Marketing
 - Termék kiépítés - Product configuration
 - E-kereskedelem - E-Commerce
 - Vállalkozói ügyletek - Business to Business - B2B
 - Vállalat és magánszemély közti ügyletek - Business to Customer - B2C
 - WebShop
 - Kereskedelmi kapcsolat menedzsment - Supplier Relationship Management - SRM
 - Beszerzés - Purchasing
 - Szállítmányozás – Delivery
- Logisztika - Logistic
 - Ellátási lánc menedzsment - Supply Chain Management - SCM
 - Tárolás - Storage
 - Anyagigény tervezés - Material Resource Planning - MRP
 - Szállítás - Delivery
- Termelés - Production
 - Termék fejlesztés - Product development
 - Integrált számítógéppel támogatott tervezés - Computer Aided Design-integration
 - Termelés tervezői rendszer - Production Planning System - PPS
 - Fejlett tervezői rendszer - Advanced Planning System - APS
 - Optimalizáló - Optimization
 - Termelési-adat gyűjtés - Production Data Acquisition (BDE – Betriebs Daten Erfassung) - PDA
- Könyvelés és pénzügy - Accounting & Finance
 - Tárgyi eszköz kezelés - Fixed Asset Management - FAM
 - Központi költség elszámolás - Cost Center Accounting - CCA
 - Tárgyi eszköz költség elszámolás - Cost Object Accounting - COA
 - Profit elszámolás - Profit accounting
 - Jelentés készítés - Reporting
- Kontrolling - Controlling
 - Vezetői információs rendszer - Management Information System - MIS
 - Üzleti hírszerzés - Business Intelligence - BI
 - Minőség menedzsment - Quality Management - QM
 - Termék életút menedzsment - Product Lifecycle Management - PLM
 - Kockázat menedzsment - Risk Management - RM
 - Elemzések - Analytics
- Emberi erőforrások - Human Resources - HR
 - Számfejtés - Payroll integration
- Átfedő funkciók - Crossover functionalities
 - Munkafolyam menedzsment - Workflow management - WFM
 - Dokumentum kezelő rendszer - Document Management System - DMS
- Integrált funkciók - Integrations
 - Intercompany
 - Elektronikus adatcsere - Electronic Data Interchange - EDI
 - Compute Telephony Integration - CTI
 - Extensible Markup Language - XML
 - Extensible Stylesheet Language – XSL

- Kommunikációs funkciók (integrált e-mail, chat, fórum, stb.) - Communications

Az imént felsorolt funkciókat a 2. ábrán foglaltam össze, mely blokk-ábra egyben ajánlás is volt a proALPHA fejlesztőinek a piacon lévő rendszerek funkcióihoz való felzárkózásra.

2. ábra

Az ERP funkcionalitások csoportosításának grafikus megjelenítése



Figure 2: ERP functionalities

A proALPHA termelés-tervezés modulja

A különböző funkciók közül a proALPHA termelés-tervezés moduljával részletesebben foglalkoztam. A proALPHA rendszer felépítésével összhangban ez is a PROGRESS adatbázison alapszik. Az adatbázis és az optimalizáló közötti kapcsolat a sonicMQ vállalatirányítási adatforgalmi szoftver segítségével történik. Az optimalizáló egy különálló fekete dobozként működik. A proALPHA a német Tisoware elnevezésű szoftvert használja optimalizálásra. A keretprogramban található optimalizáló algoritmus fejlesztése a proALPHA Weilerbach-i központjában folyik. A proALPHA termelés tervezés modulja idő alapú optimalizációval működik. Alapvetően statikus adatokkal számol, de elsősorban a gépiparban lehetőség van a felhasználóknak terminálokat telepíteni, azért, hogy a mért adatok segítségével dinamikus optimalizációt végezhesse.

A 3. ábrán az optimalizálási folyamat lépéseit mutatom be. A termelési megrendelés feladása után az adatbázisból a megfelelő adatok a sonicMQ-n keresztül a dekóder segítségével jutnak a Linux alapú iLOG optimalizálóba. Az optimalizálás célfüggvényei az idő és a hatékonyság. A szimuláció eredményei Gantt diagramok formájában jelennek meg.

Az így kapott tervezett idő és költség adatok később a termelés fázisában a különböző terminálokkal mért visszacsatolt valós adatokkal összemérhetőek.

3. ábra

Az optimalizáló architektúrája

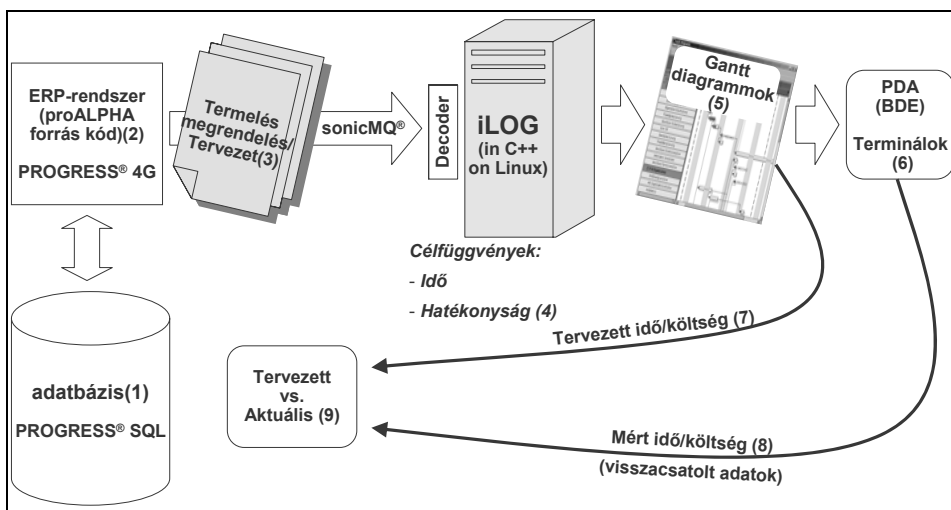


Figure 3: Architecture (details of the optimizer)

Database(1), ERP-system (proALPHA source code)(2), Production Order/Plan(3), Target key measurements: -Time, -Efficiency(4), Gantt charts(5), PDA(BDE)Terminals(6), Planned time/cost(7); Measured time/cost (feedback data)(8); Planned vs. Actual(9)

Példa egy lokális optimalizációra a rendszerben

Mint minden rendszerben, így a proALPHA-ban is jól körülhatárolt azon adatok köre, melyek lehetővé teszik az optimalizálást. Ezek a következők:

- Aktuális raktári adatok (tárolók szintjei)
- Erőforrás adatok (pl.: munkaterület, gépek, emberek, szállítások)
- Feldolgozási, és használati idők
- Strukturált alkatrész lista
- Prioritások
- Heurisztikus súlyozó tényezők:
 - Túl korai teljesítés (0-1)
 - Késés súlyozása (0-1)
 - Előállítási idő súlyozása (0-1)
 - Erőforrás kihasználtság súlyozása (0-1)

A fenti adatok megadása után a rendszer képes eldönteni, hogy adott időpillanatban melyik folyamat a leghatékonyabb számunkra a lehető legrövidebb gyártási idő, mint célfüggvény szempontjából.

Példa az optimalizációval segített globális tervezésre a rendszerben

A 4. ábrán egy túlterhelés megrendelés döntési modellje látható, amely képes a különböző lokális jelzések alapján az elérhető legjobb megoldást generálni.

4. ábra

Túlerheléses megrendelés döntési modellje

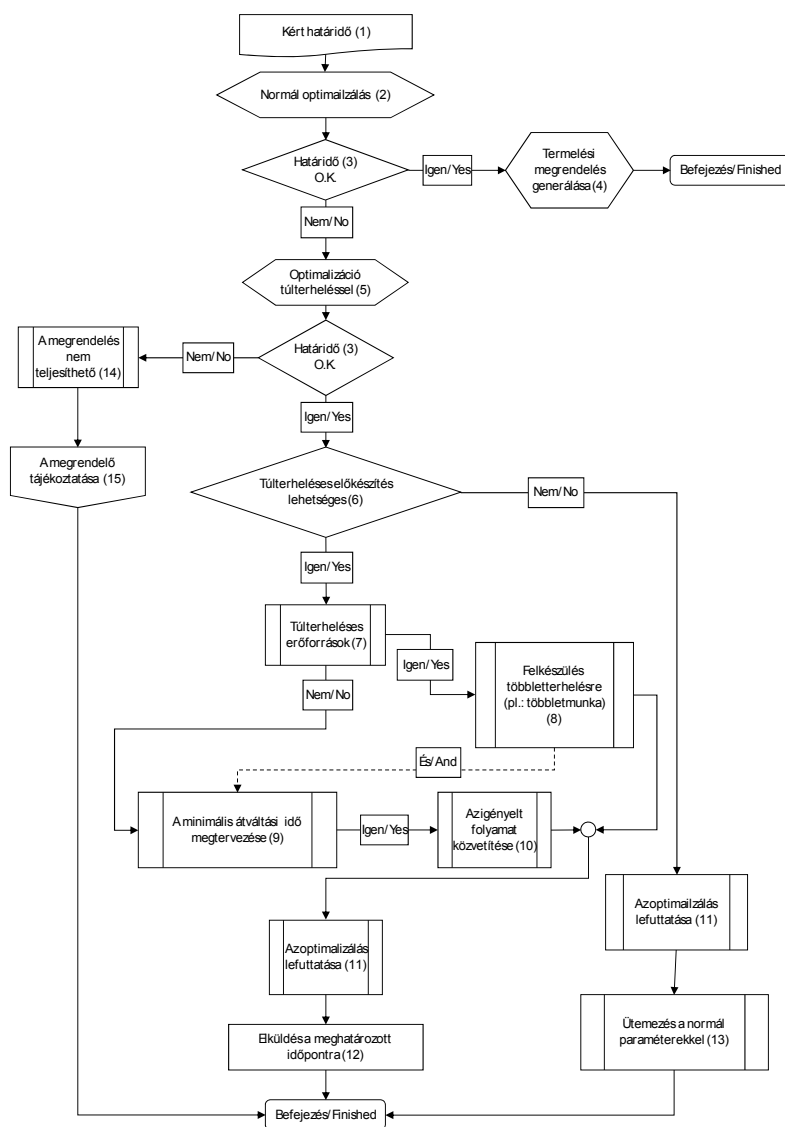


Figure 4: Decision modell of an optimization with overload

Requested deadline(1), „Normal” optimization(2), Deadline(3), Generating production order(4), Optimizing with overload(5), Preparation for feasible overload(6), Overload resources(7), Preparing for surplus capacity e.g. overwork(8), Planning of the minimum replacement time(9), Coverage of the demand(10), Run of optimizer(11), Dispatching for the requested deadline(12), Scheduling with „normal” parameters(13), Order not feasible(14), Info to the Customer(15)

A vállalatirányítási folyamatok és a proALPHA-ban használt módszerek elemzése során arra a következtetésre jutottam, hogy vannak olyan döntési szituációk, melyek megoldásában az egyszerű időalapú optimalizáció helyett a Tanszékünkön fejlesztett hibrid folyamatszimulátor jól alkalmazható lenne (*Friedler és mtsai.*, 1992; *Csukás és Bánkuti*, 2003). Ilyen szituációk például azok:

- amikor több rendelés fut be egy időben,
- amikor alternatív, egymást helyettesíthető erőforrásokról kell dönteni,
- amikor alternatív kész, vagy félkész alapanyagokat használunk a gyártáshoz, illetve eladjuk azokat, vagy
- azonos prioritású megrendelések között kell dönteni.

A vállalatirányítási folyamat egy másik részében a rendszer finomítása céljából egy másik jól bevált alkalmazásként javaslom a tervezett és mért adatok genetikus algoritmus segítségével történő egymáshoz közelítését. A genetikus algoritmus alkalmas arra, hogy a megfelelő számú mért adatainkból, a külső hatások figyelembevételével egy mesterséges evolúciós fejlődés után a várható valós szituációkat tervezzon (*Goldberg*, 1989; *Balogh*, 2009).

KÖVETKEZTETÉSEK

Munkám során megállapítottam, hogy a proALPHA vállalatirányítási rendszer termelés tervezés moduljából hiányzik a különféle termelési és szolgáltatási folyamatok vizsgálatát, valamint az ezen alapuló optimális tervezést biztosító funkcionalitás. (Kizárólag időbeli ütemezésen alapuló optimalizálást alkalmaznak, tekintet nélkül a dinamikus folyamatok részleteire.) Ez a hiány pótolható lenne például a Tanszékünkön fejlesztett hibrid folyamatszimulátorral, valamint a genetikus algoritmussal.

IRODALOM

- AMR Research (2005): Boston (www.amrresearch.com)
- Balogh S. (2009): Többszempontú genetikus algoritmus gazdasági alkalmazásai. PhD értekezés kézirat
- Csukás B., Balogh S. (1998a): Combining Genetic Programming with Generic Simulation Models in Evolutionary Synthesis. In: Computers in Industry. 36. 181-197. p.
- Csukás B. (1998b): Simulation by direct Mapping of the Structural Modell onto Executable Programs. AICHE Annual Meeting, Miami, Paper 239/9
- Csukás B., Bánkuti Gy. (2003): Direct Computer Mapping of Process Models. In.: Grossmann, I. E. and McDonald, C. M. Eds.: Foundations of Computer-Aided Process Operations. A View to the Future Integration of R&D, Manufacturing and the Global Supply Chain. CACHE INFORMS, 577-581.
- Falk, M. (2005): ICT-linked firm reorganisation and productivity gains Technovation 25, 1229–1250
- Friedler F., Tarjan K., Huang, Y. W., Fan. L. T. (1992): Combinatorial Algorithms for Process Synthesis. Comput. Chem. Engng., 16, S313-S320
- Goldberg, D. E. (1989): Genetic Algorithms in Search, Optimization and Machine Learning, Addison-Wesley

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Lehőcz Gábor

Kaposvári Egyetem, Informatika Tanszék

7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

Kaposvár University, Department of Information Technology

H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

Tel.: 36-70-273-5213

e-mail: lehocz.gabor@ke.hu



Igény vezérelt termelésirányítás számítógépi modellezése

Kratafila M.

Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Informatika Tanszék, 7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

E kézirat a folyamat típusú iparoknál (pl. vegyipar) elterjedt, fejlett szabályozó technikák alkalmazását tárgyalja a félvezető gyártás ellátási láncának menedzsmentjénél felmerülő (SCM) problémák kezelése érdekében. A dolgozat célja bemutatni az alkalmazott modell bázisú, többretegű szabályozó-optimalizáló struktúra hasznosságát. A vizsgált, lokális döntéseket meghatározó megoldás szerves része a minden részletre kiterjedő hierarchikus döntéshozó keretrendszernek, amely a folyamat optimális működtetésének elérésére törekszik. A folyékony anyagok áramlásának mintáját követve kezeljük az ellátási lánc dinamikáját. Összevetve a klasszikus áramlás szabályozási problémákkal, a félvezető gyártás SCM-jében felmerülő kihívások a gyártósorok gyártási idejének, kihozatali százalékának és a vásárlói keresletnek nagymértékű sztochasztikusságából és nem-lineáris jellegéből erednek. (Lehőcz és Csukás, 2005; Lehőcz, 2007) A rendszer különböző elemei működésük révén egymásra vannak utalva. Az elemek működése erősebben függ a közvetlen szomszédoktól, de egy lokális szinten meghozott döntés végig érvényesíti hatását az egész modellen. A különféle típusú szabályozók paramétereinek előnyös beállítására egy olyan módszert dolgoztam ki, amelynél a szabályozók típusát és paramétereit egy genetikusan konfigurálja. Az optimális működtetést egy skálár (költség) hatékonyság-indexszel kvantifikáljuk, amit minimalizálnunk kell. Esetünkben ez az index egy gazdasági mérték, nevezetesen az üzemelési költség. (Kulcsszavak: ellátási lánc menedzsment, félvezető gyártás, készletezési menedzsment, termelés szabályozás, on-line optimalizálás)

ABSTRACT

Computer Simulation of Demand Controlled Production

M. Kratafila

Kaposvár University, Faculty of Economic Science, Department of Information Technology, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

This paper examines the application of advanced control techniques, originating from the process industries to supply chain management (SCM) problems arising in semiconductor manufacturing. The main objective of this work is to demonstrate the usefulness of the applied model-based, multi-layer controller/optimiser structure. The tactical local decision policy is an integral part of a comprehensive hierarchical decision framework, achieving operational excellence. A flow network analogy is used to describe the dynamics of the supply chain. Compared to traditional flow control problems, challenges of SCM in semiconductor manufacturing result from high stochasticity and nonlinearity, associated with throughput times, yields and customer demands. (Lehőcz and Csukás, 2005; Lehőcz, 2007) The system's elements are dependent on each other. They mainly depend on their neighbours, but the effect of a local decision expands to the whole system, stepwise. The type, strategy and parameters of the local controllers are varied, and defined on-line by a genetic algorithm during the optimization

process. The "achieving operational excellence" can be quantified by a scalar performance (cost) index which should be minimized. In this case this index is the operation cost.

(Keywords: Supply Chain Management, semiconductor manufacturing, inventory management, production control, on-line optimization)

BEVEZETÉS

A 21. századi globális piac magába olvasztotta a digitális forradalom vívmányait. Így a vállalatok is igyekeznek úgy növelni az állóképességüket, hogy rugalmasak legyenek, ugyanakkor megfeleljenek a változó piaci elvárásoknak. (Gunasekaran és Ngai, 2004) Az ellátási láncok menedzsmentje (SCM) fontos szereppel bír napjaink iparában, mert lényeges szerepe van az erőforrások elosztásában és a profit termelésében. Az SCM-et egy olyan eszközként is definiálják, amely magába integrálja a beszállítókat, a gyártókat, a raktárakat és üzleteket, hogy ezáltal a terméket kellő mennyiségben állítsák elő a kellő helyeken, a kellő időben ahhoz, hogy minimalizálni lehessen a rendszert terhelő összes költséget. Ugyanakkor szem előtt kell tartani annak fontosságát, hogy az elvárt időben tudjuk kiszolgálni az igényeket (Simchi-Levi és mtsai., 2004). Ez a kutatási munka olyan lehetőségeket kíván feltárni, melyek e rendszerek célszerű számítógépi szabályozása révén a költségek csökkentésével profit többletet eredményezhetnek. Az ellátási láncok hatékony működtetése az előállított termékek tekintetében dollár milliárdokban mérhető jelentőségű, például az Egyesült Államok nemzeti gazdaságában. (ASCET, 2003) A megtakarításokról szóló jelentések a piacvezető vállalatok között egy hatékony SCM bevezetése után, árbevételük 5-6 %-ának megfelelő összegeket említenek (Simulation Dynamics, 2003). Egy széles termékskálával rendelkező vállalat, aminek az éves eladásai 35 milliárd amerikai dollár körül mozgnak (ilyen pl. az Intel Corporation), az egész vállalatra kiterjedően feldolgozott SCM optimalizálásával évi több, mint 1 milliárd USD többlet profithoz juthat.

Egy stratégiai terv elkészítésének többféle megközelítése lehet. A bonyolult, legtöbb részlettel rendelkező problémák megoldásánál gyakran valamilyen matematikai optimalizálási módszert alkalmaznak, például lineáris programozást (LP) vagy ennek bővített változatait (NLP, MILP, MINLP) (Hopp és Spearman, 1996; Chopra és Meindl, 2001). Az így kiszámított stratégiai terv előírja a raktárakból az összeszerelő- és szállító részlegekbe kerülő termékek számát az alacsony szinten programozható, jól átlátható készletező algoritmusok (mint pl. PID, EOQ) beállítási paramétereire. A múltbéli keresleteket megadva, az általam használt genetikus algoritmus által konfigurált és kiértékelt (részlegenként is külön állítható) készletezési algoritmusok közül megkapjuk, hogy melyik stratégia vált volna be a legjobban a vizsgált (múltbéli) időszakra. A jövőben várható kereslet teljes valószínűséggel megjósolhatatlan. Így csak közelítő érték adható, de feltételezzük, hogy a sztochasztikus változások miatt a múltbéli adatokban van valamilyen ismeret, ami a jövőre nézve hasznos lehet. Kellően nagy számú mintát csúszó időhorizonton vizsgálva, a szabályozó algoritmusokat naponta újra konfiguráljuk. (Kapuscinski és Tayur, 1999). A mindenkor SCM gyakorlatban a biztonságos készletezést tervező hibrid szabályozók heti rendszerességgel vannak újra konfigurálva (Kempf, 2003a, 2003b, 2004) Azonban a készletet és a keresletet meghatározó sztochasztikus folyamatok percről percre fejtik ki hatásukat.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgált termelési folyamat

A félvezető gyártás általunk vizsgált részfolyamatát az 1. ábra szemlélteti.

1. ábra

A félvezető gyártás folyamatának vázlata

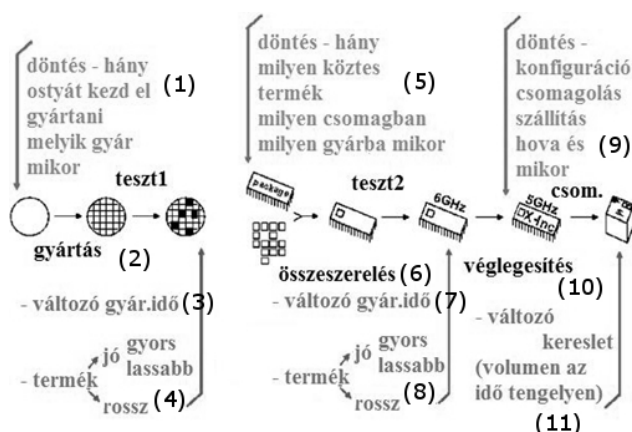


Figure 1: Sequence of steps in semiconductor manufacturing

Decision – how many wafers to start into which factory when(1), Fabrication(2), Variable tpt(3), Die - good - faster - slower - bad(4), Decision – how many of which die to put into which packages in which factory when(5), Assembly(6), Variable tpt(7), Product - good - faster – slower - bad(8), Finish(9), Decision – configure, pack, ship, where and when(10), Variable demand (volume and time) (11)

A vegyiparban alkalmazott folyamatszabályozó módszerek a különböző áramokat állítják a hozzájuk tartozó szintek kívánt értéken tartásához. A SCM-ben megfigyelhető anyagáramokat analóg módon kezelhetjük. Ezért a folyamatszabályozó algoritmusok itt is ugyanúgy alkalmazhatók. A fentebb felvázolt folyamatot nem nehéz a vegyiparban használt modellezési analógiára illeszteni. Úgy, mint egy Gyártás/Tesztelés1, egy Összeszerelés/Tesztelés2, egy Véglegesítés/Csomagolás ágat, a hozzájuk tartozó alkatrész raktárakkal (2. ábra).

Általánosítva kijelenthető, hogy a klasszikus folyamat típusú rendszerekre kifejlesztett módszerek adaptálása során a gyártó egységek bizonyos értelemben kvázi folyamatos üzemű átalakító reaktorokként, míg a raktárak tartályokként, és a gyártás alatt lévő és elkészült termékek, a reaktorokban és a tartályokban tartózkodó mennyiségként illetve a köztük folyó áramokként értelmezhetők. A szokványos szabályzástól való eltérések miatt a félvezető gyártás SCM-jének modellezése során a következőket kell szem előtt tartani:

- A különböző gyártási folyamatok sokkal tovább tartanak, mint az a vegyiparban megszokott. Egy félvezető termék általában közelítőleg 3 hónap után lesz kész az eladásra az alapanyag felhasználásától számítva.
- Az optimális készletezést nagyban megnehezíti, hogy nagyon sztochasztikussá teszi a rendszert a különböző gyártási pontok eltérő működése, a sok lépésből álló gyártás, az azt végző gépek erőforrásainak változó rendelkezésre állása, a re-entrant természetű alkatrészek jelenléte a folyamatban. A sztochasztikusság a gyártási időben, az egyes résztermékek teljes kihozatali százalékában és a termék minőségben

- osztályozásából következő köztes alapanyag eloszlásokban jelentkeznek a különböző gyártási szinteken.
- A gyártási idő nem-lineárisan változik a különböző gyártási/összeszerelési pontokon, azok kapacitás telítettségének függvényében. A sztochasztikusság a telítettséggel arányosan növekszik.
- További igény, hogy a különböző gyártási lépésekhez szükséges alapanyagok rendelkezésre álljanak a megfelelő időben a megfelelő raktárban, miközben esetleg a párhuzamos termékek előállításakor a gyártó sorok között kapacitás megosztás is szükséges. Ez megkülönbözteti a problémát a vegyipari termelés szabályozásban megszokott példaktól. (Lee és Billington, 1992)
- A kereslet időbeli változása szintén nagyon ingadozik a piacon elérhető félévezető termékek széles skálájának, a sokrétű felhasználási lehetőségnek, és a számos piaci versenytársnak köszönhetően. Bár az átlagos kereslet hosszabb időtávot nézve elég jól megjósolható, az aktuális kereslet gyakran nagymértékben eltérhet az előre tervezettől.

2. ábra

A vizsgált SCM vázlata



Figure 2: Representation of the supply chain

Fabrication Starts (a control point)(1), Fab/Test1 (a manufacturing system)(2), Test1 Outs and Transport(3), Die/Package Inventory (an inventory storage)(4), Assembly Starts (a control point) (5), Assm/Test2 (a manufacturing system)(6), Test2 Outs and Transport(7), Semi-Finished Inventory (an inventory storage)(8), Finish Starts (a control point)(9), Finish (a manufacturing system)(10), Finish Outs and Transport(11), Components Warehouse (an inventory storage)(12), Shipment (a control point)(13), Demand (over time)(14)

Az általam elkészített modell szabályozó mechanizmusa nem hagyatkozik a keresletek becslésére, mert működési elve a nagyobb múltbeli időhorizonton megfigyelt keresletek alakulásából való folyamatos következtetés levonás a következő kis időszakokra (egy napra előre). Ezért a gyártási folyamat különböző szakaszaira csak olyan stratégiákat választ az optimalizáló algoritmus, amik a már megfigyelt keresletek ingadozását is jól kezelik (a gyár fentebb említett, felépítéséből adódó, sztochasztikusságot okozó, többi tényező mellett).

Az alkalmazott szabályozási, illetve döntéstámogató algoritmusok

A dolgozatban használt algoritmusok két csoportba oszthatók, amelyek a PID (Proportional Integrating and Differentiating) szabályozási és az EOQ (Economic Order Quantity) készletezési modellek.

Az utóbbi, (gyakran Wilson EOQ modellnek is nevezett) módszer meghatározza az optimális rendelési mennyiséget, amivel minimalizálható az összes szükséges változó költség, ami az áru tárolására és a rendelés teljesítésére vonatkozik. Ezt a modellt eredetileg F. W. Harris dolgozta ki 1913-ban, de R. H. Wilson szerzett vele hírnevet és vagyont a modell mélységébe tekintő korai analizisével.

A PID szabályozók az eltérés visszacsatolás mechanizmusa alapján működnek. Széles körben elterjedtek az ipari szabályozó rendszerek körében. Működési elvük az, hogy a folyamatváltozónak általunk alapjelként megadott értéktől való eltérését igyekszik minimálisra csökkenteni. Ezt a feladatot a változtatható bementi paramétert korrigálva végzi. Ilyen PID elven működő analóg vagy digitális szabályozót számos elektronikai termékben alkalmaznak.

Annak eldöntése, hogy egy adott nap hány terméket kezdjen el gyártani az adott összeszerelő részleg, és mennyit rendeljenek a különböző raktárak, naponta egyszer történik meg. Így elégségesnek tartom a szabályozók napi szintű újrakonfigurálását. A dolgozatban azt vizsgálom, hogy mennyire hatékony egy ilyen, a genetikus algoritmussal konfigurált szabályozókra épülő SCM, ha a következő nap döntéseit a jelen állapotokat figyelembe véve, azon stratégiai konfiguráció alapján hozzuk meg, ami az általunk vizsgált múltbéli időszakra a legjobban alkalmazkodott a kielégítendő igényekhez. A döntések megalapozása egy szempontú értékelés útján történik, ami az egész gyárra vonatkozó összes felmerülő költséget minimalizálja.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Ebben a munkában azt kívánom bemutatni, hogy hogyan tudunk integrálni szabályozó algoritmusokat egy adott modellbe, majd a vizsgált rendszer működését úgy szabályozni, hogy a paraméterek beállításait és a szabályozók közötti váltást egy genetikus algoritmussal működő számítógépes program végzi. A Kaposvári Egyetem Informatika Tanszékén végzett kutatásokban a generikus szimulátor – genetikus optimátor közötti értékelés visszacsatolás biztosítja az optimalást (Csukás és Balogh, 1998). Ezt alapul véve döntöttem úgy, hogy az általam készített szabályozóval integrált modell létesítsen ilyen módon negatív értékelés visszacsatolást a genetikus algoritmust megvalósító programmal.

A probléma megoldása közben egy, a hagyományostól eltérő felépítésű, hibrid optimált döntéstámogató rendszert igyekeztem integrálni a vállalat számítógépi modelljével. A kidolgozott modellbe épített digitalizált numerikus programok végzik a szabályzást. A dolgozatban vizsgált esetben azonban ezek a szabályozók nem önállóan végzik a feladatukat, mert a genetikus algoritmus értékelés visszacsatolós kapcsolatban

van a modellel, ellenőrizve, hogy az adott szabályzó milyen beállításokkal tudna még hatékonyabban működni.

A szabályzó modell

Az alkalmazott, genetikus algoritmus által konfigurált PID szabályzó algoritmusok folyamatos visszacsatolásban állnak a modellel, és igyekeznek tartani egy bizonyos készlet pozíciót (3. ábra), amit szintén az optimalizálási szakaszban konfigurálunk ($I_{spxx}(k)$).

3. ábra

A szimulátor, a szabályzó algoritmusok és a genetikus algoritmus együttműködése

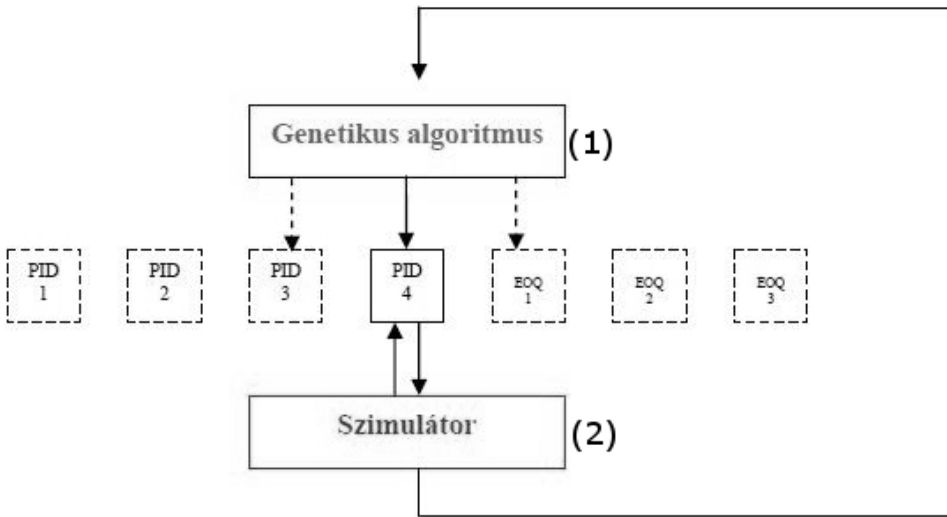


Figure 3: The cooperation of the simulator, the controller algorithms and the genetic algorithm

Genetic Algorithm(1), Simulator(2)

A továbbiakban bemutatott modellek paramétereit az 1. és 2. táblázatban rendszereztem.

A rendelés leadása előtti készlet pozíció kiszámítási módja a következő:

$$I_{p40}(k) = I_{40}(k) + P_{40}(k) + WIP_{40}(k-1) - D_{40}(k). \quad (1)$$

Az ettől való eltéréseket minden döntéshozatal előtt kiszámoljuk,

$$e_{40}(k) = I_{sp40}(k) - I_{p40}(k) \quad (2)$$

és a mindenkor választott modell szerint feladjuk a rendelést ($O_{xx}(k)$) az alárendelt gyártó sornak vagy alapanyag beszállítónak.

$$O_{40}(k) = K_c e(t) + \frac{K_c}{\tau_I} \int_0^t e(t') dt' + K_c \tau_D \frac{de}{dt} - \tau_F \frac{du}{dt}. \quad (3)$$

Az EOQ algoritmusok alkalmazása esetén ha lecsökken az adott érték (s v. S) alá a készlet, akkor a modell paraméterezésének és típusának megfelelően számítjuk az $O_{xx}(k)$ értékét (Graves és Willems, 2000).

Az $O_{xx}(k)$ csak az az algoritmus által javasolt mennyiség, amennyit le kellene gyártani vagy meg kellene rendelni, de ez nem mindig kivitelezhető. Ezért a valóban gyártószalagra helyezett termékek számát a $C_{xx}(k)$ változók jelölik. Ha például nincs rendelkezésre álló kapacitás a gyártósoron, akkor a termékből csak annyit kezd el gyártani, amennyire van még kapacitás. Amennyiben nincs elegendő alapanyag a gyártás megkezdéséhez a tízzel kisebb indexű raktárban ($I_{xx}(k)$), akkor alapanyag hiányában elmarad a gyártás, vagy csak a rendelkezésre álló mennyiséget használjuk fel. Ez akkor fordulhat elő, ha elégtelenül működik a készletező algoritmus, azaz nem rendel és raktároz elég terméket. Azonban ez egy jól optimalizált rendszernél nem jellemző, mert az a teljes összköltség minimalizálás csak úgy valósulhat meg, ha a megfelelő időben a megfelelő helyeken rendelkezésre áll az alapanyag. Ezért a készletezés stratégiáját úgy igyekszik kialakítani az optimalizáló algoritmus, hogy ne fusson ki egyik részfolyamat se az alapanyagból.

A 11 féle PID paraméterezési konfiguráció az 1. táblázatban látható, ahol a „ θ ” az alárendelt gyártó sor vagy alapanyag beszállító gyártási idejét, kiszállítási idejét jelenti. A „ λ ” egyike a az optimalizáló algoritmus által szabadon konfigurált változóknak. Értéke befolyásolja a PID algoritmus kimeneti értékét.

1. táblázat

Az alkalmazott PID szabályozó paraméterezési konfigurációk

Modell(1)		K_c	τ_i	τ_D	τ_F
I.	$\beta = \theta/2$	$(2\lambda + \beta)/(\lambda + \beta)^2$	$2\lambda + \beta$	-	-
II.	$\beta = \theta/2$	$(2\lambda + \beta)/\lambda^2$	$2\lambda + \beta$	$2\lambda\beta/(2\lambda + \beta)$	-
III.	$\beta = \theta/2$	$(2\lambda + 2\beta)/(\lambda + \beta)^2$	$2\lambda + 2\beta$	$(\beta^2 + 2\lambda\beta)/(\lambda + 2\beta)$	-
IV.	$\beta = \theta/2$	$(2\lambda + 2\beta)/(\lambda^2 + 4\lambda\beta + 2\beta^2)$	$2\lambda + 2\beta$	-	$\lambda^2\beta/(\lambda^2 + 4\lambda\beta + 2\beta^2)$
V.	$\beta = \theta/2$	$(2\lambda + 3\beta)/(\lambda^2 + 4\lambda\beta + 2\beta^2)$	$2\lambda + 3\beta$	$(2\lambda\beta + 2\beta^2)/(2\lambda + 3\beta)$	$\lambda^2\beta/(\lambda^2 + 4\lambda\beta + 2\beta^2)$
VI.	$\beta = \theta/2$	$(2\lambda + 2\beta)/(\lambda^2 + 2\beta^2)$	$2\lambda + 2\beta$	$2\lambda\beta/(\lambda + \beta)$	$(\lambda^2\beta + 4\lambda\beta^2)/(\lambda^2 + 2\beta^2)$
VII.		0,2	20	-	-
VIII.		0,9 / θ	3,3 θ	-	-
IX.		0,67 / θ	6 θ	-	-
X.		$(10 + \theta) / 100$	$10 + \theta$	$100 / (10 + \theta)$	-
XI.		1,2 / θ	3,3 θ	0,5 θ	-

Table 1: The applied PID controller parametering configurations

Model(1)

2. táblázat

A használt szimbólumok jelmagyarázata, változói típusaik

Szimbólum (1)	Leírás (2)	Típusa (3)
I_0	Alapanyag (pl. szilikon ostya) készlet (4)	Szabályozott változó (5)
I_{10}	Összeszereléshez szükséges alapanyag készlet (6)	Szabályozott változó
I_{20}	Félkész termék készlet (7)	Szabályozott változó
I_{30}	Véglegesített termék készlet (8)	Szabályozott változó
I_{40}	Felcímkezett, becsomagolt készlet az eladóhelyen (9)	Szabályozott változó
WIP_0	Szállítás alatt álló alapanyag (10)	Hozzárendelt változó (11)
WIP_{10}	Gyártás alatt álló összeszereléshez szükséges alapanyag (tranzistorok, áramkörök beültetése) (12)	Hozzárendelt változó
WIP_{20}	Összeszerelés alatt álló félkész termék (13)	Hozzárendelt változó
WIP_{30}	Véglegesítés alatt álló termék (14)	Hozzárendelt változó
WIP_{40}	Dobozolás és szállítás alatt álló késztermék (15)	Hozzárendelt változó
C_0	Rendelt alapanyagok (16)	Manipulált változó (17)
C_{10}	Elkezdett gyártás a Gyártás/Tesztelés1 részlegen (18)	Manipulált változó
C_{20}	Elkezdett gyártás az Összeszerelés/Tesztelés2 részlegen (19)	Manipulált változó
C_{30}	Elkezdett gyártás a Véglegesítés részlegen (20)	Manipulált változó
C_{40}	Kiszállításra küldött, dobozásra küldött kész termék (21)	Manipulált változó
D	Az I_{40} -es raktárnál (eladóhely) jelentkező kereslet (22)	Mért zavarás (23)
θ_0	Beszállítási idő (szilikon ostya) (24)	Modell paraméter (25)
θ_{10}	Gyártási idő (Gyártás/Tesztelés1 részleg) (26)	Modell paraméter
θ_{20}	Gyártási idő (Összeszerelés/Tesztelés2 részleg) (27)	Modell paraméter
θ_{30}	Gyártási idő (Véglegesítés részleg) (28)	Modell paraméter
θ_{40}	Kiszállítási idő (Kész termék raktárba) (29)	Modell paraméter
$Y_{10} - Y_{40}$	Kihozatali százalék ($M_{10} - M_{40}$ helyen) (30)	Modell paraméter
$I_{sp0} - I_{sp40}$	Készlet pozíció célérték ($I_0 - I_{40}$ helyen) (31)	Optimalizált paraméter (32)
R	Rendelési költség (a rendelt termék darabszámától független összeg) (33)	Hozzárendelt változó
$G_{10} - G_{40}$	Gyártósor üzemeltetési költség (a rendelt termék darabszámától független összeg; $M_{10} - M_{40}$ helyen) (34)	Hozzárendelt változó
$KT_0 - KT_{40}$	Egységnyi termékre jutó tárolási költség (35)	Modell paraméter
B	Kötbér kötelezettség a kielégítetetlen kereslet miatt (36)	Hozzárendelt változó

Table 2: Nomenclature of the used symbols

Symbol(1), Description(2), Type(3), Stock (e.g. silicon wafer) Inventory(4), Controlled Variable(5), Assembly-Die Inventory(6), Semi-Finished Goods Inventory(7), Components Warehouse Inventory(8), Finished, Packed Goods Ready To Sell(9), Stock Under Delivery(10), Associated Variable(11), Work-In-Progress of Fab/Test1 Node(12), Work-In-Progress of Assembly/Test2 Node(13), Work-In-Progress of Finish/Pack Node(14), Finished Product Under Delivery(15), Ordered Stock Resources(16), Manipulated Variable(17), Starts of Fab/Test1 Node(18), Starts of Assembly/Test2 Node(19), Starts of Finish/Pack Node(20), Finished Goods Sent To Delivery(21), Customer Demand(22), Measured Disturbance(23), Delivery Time of The Stock Resources(24), Model Parameter(25), Throughput Time of Fab/Test1 Node(26), Throughput Time of Assembly/Test2 Node(27), Throughput Time of Pack/Finish Node(28), Delivery Time of The Finished Goods(29), Yield of $M_{10} - M_{40}$ Nodes(30), Inventory Setpoints ($I_0 - I_{40}$)(31), Optimized Parameter(32), Shipment Cost (of every delivery)(33), Constant Fabrication Cost (while operating)(34), Inventory Cost(35), Backorder Cost(36)

Az optimalizáló algoritmus célfüggvénye az összes gyártással és készletezéssel kapcsolatban felmerülő költség minimalizálása:

$$\min: Q = \sum_{j=0;10;20;30;40} \sum_{k=2}^m (I_j(k) \cdot KT_j + G_j(k)) + B(k) + R(k) \quad (4)$$

ahol

$$B(k) = K_b \cdot \frac{(D(k) - I_{40}(k)) + |D(k) - I_{40}(k)|}{2} \quad (5)$$

A szabályozott modell alkalmazása

Számítógépes kísérleteim során egy példaképpen gyártó rendszert elemeztem, amelynek tulajdonságai a melléklet 3. táblázatában láthatók.

3. táblázat

A gyártó részlegek tulajdonságai

Gyártósor (1)	Tulajdonságai (2)	M ₁₀	M ₂₀	M ₃₀	M ₄₀
Kihasznátság (3) 0 – 70 %	min. θ (nap (4))	30	5	1	1
	átl. (5) θ (nap)	32	6	2	1
	max. θ (nap)	34	7	3	1
	eloszlása (6)	folyt. (7)	folyt.	folyt.	folyt.
Kihasznátság 70 – 90 %	min. θ (nap)	32	5	1	1
	átl. θ (nap)	35	6	2	1
	max. θ (nap)	38	7	3	1
	eloszlása	folyt.	folyt.	folyt.	folyt.
Kihasznátság 90 – 100 %	min. θ (nap)	35	5	1	1
	átl. θ (nap)	40	6	2	1
	max. θ (nap)	45	7	3	1
	eloszlása	folyt.	folyt.	folyt.	folyt.
Kihozatal (8)	min.%	93	98	98,5	100
	átl.%	95	98,5	99	100
	max.%	97	99	99,5	100
Kapacitás (9)	maximum termék (10)	45000	7500	2500	2500

Table 3: Data of the manufacturing nodes

Factory(1), Nodes(2), Load(3), Days(4), Average(5), Distribution(6), Unif(7), Yield(8), Capacity(9), Max Items(10)

Az általam használt genetikus algoritmust végrehajtó program a Kaposvári Egyetem Informatika Tanszékén Balogh Sándor kutató saját fejlesztése. Alkalmazásával tudtam elérni, hogy elviselhető időkeretek között találjuk meg a modell közel optimális paramétereit. Ahogy az a való életben is van, ha napi jellegű döntéseket akarunk rábízní egy programra, akkor jó, ha minél kevesebb ideig kell futtatni.

Az optimalizálás után megkapjuk a következő napra irányadó paramétereket és stratégiákat. Egy adott napon hozott döntés soha nem azon a napon fejti ki hatását,

amikor hozták. A gyártási lánc különböző pontjain hozott döntések összesítve fejtik ki hatásukat majd a jövőben, különböző időpontokban. Ez nagyban megnehezíti a probléma kezelését, ezért is az „m” (vizsgált időhorizont) értékére akár 1500 nap is javasolt.

A futtatott modell szimuláció és optimalizálási folyamat során, a vizsgált gyártási folyamat optimális paramétereivel megfelelően tudta kezelni az „m” utáni elkövetkező napokon jelentkező bizonytalanságokból adódó kilengéseket is.

Esettanulmány

A vizsgált esettanulmányban a kereslet (4. ábra) részben az előző napról raktáron maradt termékekből illetve az aznap elkészült termékekből kerül kielégítésre.

4. ábra

A vásárlói kereslet alakulása a napok függvényében

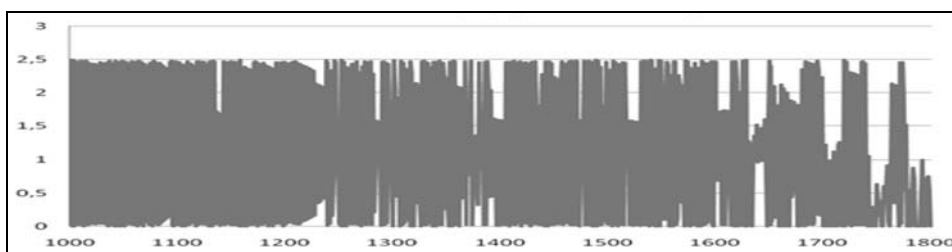


Figure 4: Consumer demand in days

Az algoritmus figyeli a készlet pozíciót, azaz a gyártás alatt álló és a raktárban található termékek összegét, és annak a kívánt értéktől való eltérésének mértékében illetve a gyártószalag terheltségének figyelembevételével meghozza a döntést az aznap rendelendő termékek számáról (esetünkben $\lambda = 260.7$ érték mellett). A PID által használt K_c és τ_i értékek napi alakulását az 5. és 6. ábrán láthatjuk. Ez a stratégia τ_D és τ_F értékkel nem rendelkezik (értékük zérus).

A választott szabályozó algoritmus eleinte hagyja, hogy a készlet lecsökkenjen, és így kevesebb legyen a tárolási költség. De a megvásárolt termékek pótlásáról is gondoskodik a vizsgált esetben. A készletszám kilengéseit (7. ábra) részben az okozza, hogy a kereslet sztochasztikus, részben pedig az, hogy a hosszantartó gyártási folyamat során a naponta elkészülő termékek száma nem egyenletes eloszlású. A szabályozó algoritmus beavatkozásait a 8. ábrán látható diagram szemlélteti. Az algoritmus döntéseinek következményei pedig a raktárba beérkező, legyártott termékeket bemutató 9. ábrán láthatók. A 10. ábrán az készletezésnek alárendelt gyártó részleg gyártási kapacitás változásaiból az olvasható le, hogy több alkalommal gyárt 100%-os kihasználtsággal. Ez azt jelenti, hogy azokon a napokon valószínűleg még szükség lenne több termék gyártására is a szabályozó algoritmus szerint, azonban nincs rá elég erőforrás. Nem biztos azonban, hogy a gyártó sor bővítése a megoldás. Lehet, hogy egy másként konfigurált szabályozó algoritmus a kapacitás hiányokat a ki nem használt kapacitásokból való erőforrás átcsoportosítással ki tudja váltani. Azonban ennek az elgondolásnak a megvalósítása mélyebb elemzést igényel, mert nem biztos hogy elegendő kapacitást tudunk átcsoportosítani a megfelelő időben. Továbbá az sem biztos, hogy az előre gyártás és raktározás kifizetődőbb lesz az általa megnövelt tárolási költség

miatt. Tehát előfordulhat az, hogy a továbbiakban is több alkalommal bevételtől esik el a vállalat az elégtelen készletek miatt, és emellett még a tárolási költségeit is megnöveljük. Mindez az általam kidolgozott módszer használatával kipróbálható és kielemezhető, azonban a dolgozat terjedelme ezt nem teszi lehetővé számomra.

5. ábra

A PID algoritmus K_c értéke a napok függvényében

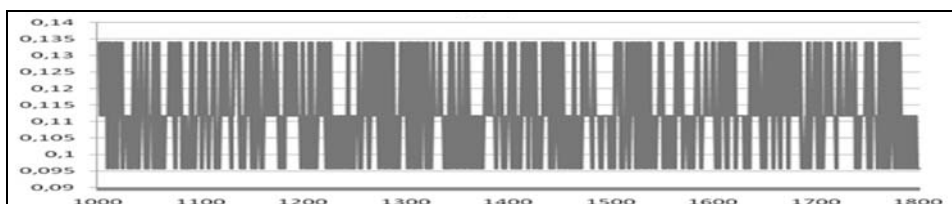


Figure 5: The PID algorithm's K_c value in days

6. ábra

A PID algoritmus τ_I értéke a napok függvényében

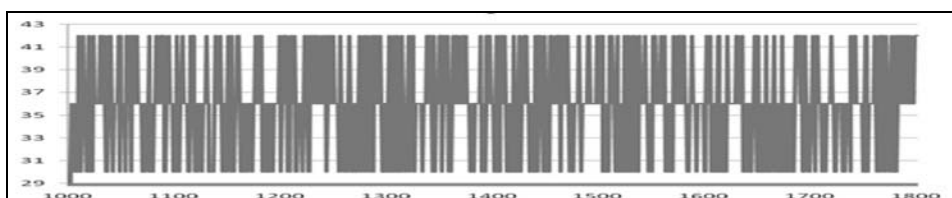


Figure 6: The PID algorithm's τ_I value in days

7. ábra

A napi kereslet kielégítése után raktárban maradt készlet alakulása a napok függvényében

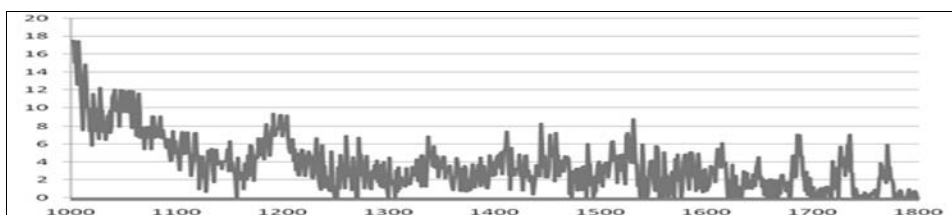


Figure 7: The restly inventory of the finished goods at the end of the days

8. ábra

A szabályozó algoritmus javaslata alapján megkezdett termelés alakulása a napok függvényében

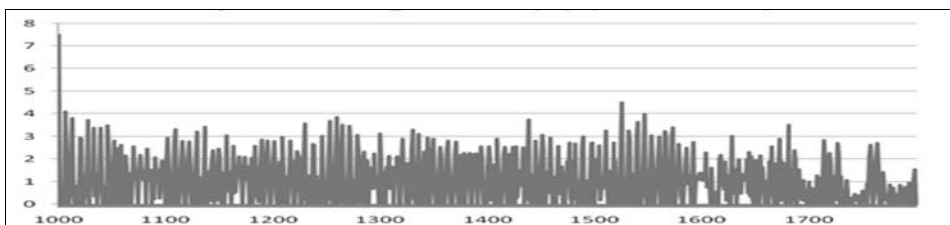


Figure 8: The Fabrication Starts (decided by the controller algorithm) in days

9. ábra

A készleletraktárba beérkező elkészült termékek alakulása a napok függvényében

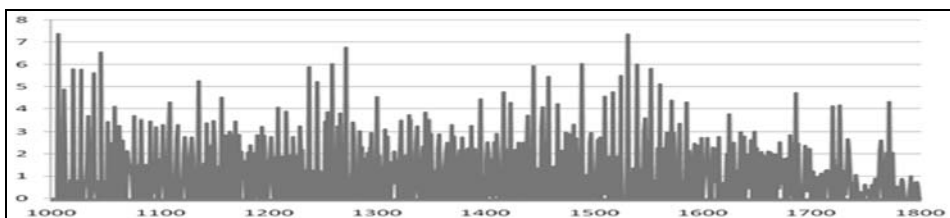


Figure 9: The incoming finished products to the warehouse in days

10. ábra

A gyártósor kapacitásának kihasználtsága a napok függvényében

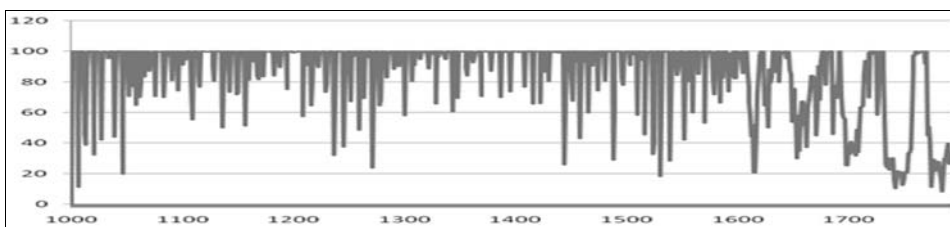


Figure 10: The capacity usage of a manufacturing node in days

Összehasonlítva az általam kidolgozott módszert egy előre konfigurált EOQ szabályozóval, a genetikus algoritmus által konfigurált PID szabályozó 23%-kal kevesebb összköltséget eredményezett a 60 napos szimuláció során. (11. ábra)

11. ábra:

A két összehasonlított módszer eredményei

The figure displays two screenshots of a software window titled "Eredmények" (Results). Each window is divided into two main sections: "Átlagok" (Averages) and "Variancia Analízis" (Variance Analysis).

Top Screenshot:

Átlagok		Variancia Analízis	
Nap Végi Leltári	5.94	Átl. Nettó Készl.	5.7729
Sürgős Rendelési	0.00	Nettó Készl. Var.	42.8129
Költségek		Átl. Rendelés	8.5082
Rendelési	\$5,800.00	Rendelés Var.	6.3310
Tárolási	\$34,133.74	Átl. Kereslet	8.3833
Sürgős Rend.	\$0.00	Kereslet Var.	2.5512
Összes	\$39,933.74		

Bottom Screenshot:

Átlagok		Variancia Analízis	
Nap Végi Leltári	3.63	Átl. Nettó Készl.	3.7364
Sürgős Rendelési	0.10	Nettó Készl. Var.	11.6677
Költségek		Átl. Rendelés	8.4929
Rendelési	\$6,000.00	Rendelés Var.	2.4758
Tárolási	\$23,065.45	Átl. Kereslet	8.3570
Sürgős Rend.	\$1,640.37	Kereslet Var.	2.2417
Összes	\$30,705.82		

Figure 11: The results of the two examined technique

KÖVETKEZTETÉSEK

A vizsgált termelési folyamat tanulmányozása alapján megállapítható, hogy a véletlenszerűen változó igényekhez optimálisan alkalmazkodó készletezési stratégia meghatározására jól alkalmazható a munkám során kialakított módszer. E módszer általánosan is megfogalmazható lényege az, hogy a készletezés szabályozását különféle hangolható PID, EOQ vagy egyéb szabályozási algoritmusokkal végezzük, olyan módon, hogy az alkalmazott szabályozó típusát és paramétereit genetikus algoritmussal konfigurált, szabályozott szimulációival határozzuk meg. Ennek során a genetikus algoritmus lehetősége a szabályozók típusára és paramétereire terjed ki, az evolúciós folyamat, pedig a költség, mint értékelő jellemző visszacsatolásával játszódik le.

Konkrét PID és EOQ szabályozókkal végzett konkrét optimalizációs kísérletek alapján megállapítottam, hogy az evolúciós fejlesztés alkalmazása nélkül heurisztikusan megválasztott tapasztalati paraméterek mellett a készletgazdálkodásban szokásosan alkalmazott EOQ szabályozókkal kapunk kedvezőbb eredményeket. Ugyanakkor a különféle szabályozók evolúciós optimalizálása esetén az optimalizált PID szabályozók lényegesen jobb eredményt biztosítanak.

IRODALOM

- ASCET (2003): Achieving supply chain excellence through technology, URL (<http://www.ascet.com>).
- Chopra, S., Meindl, P. (2001). Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operation. Prentice-Hall : Upper Saddle River, NJ.
- Csukás B., Balogh S. (1998). Combining Genetic Programming with Generic Simulation Models in Evolutionary Synthesis. In: Computers in Industry 36. 181-197.
- Graves, S. C., Willems, S. P. (2000). Optimizing strategic safety stock placement in supply chains. In: Manufacturing and Service Operations Management. 2. 1. 68-83.
- Gunasekaran, A. és Ngai, E.W.T. (2004). Information systems in supply chain integration and management. In: *European Journal of Operational Research* 159. 2. 269-295.
- Hopp, W., Spearman, M. (1996). Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management, McGraw-Hill, New York.
- Kapuscinski, R., Tayur, S. (1999). Optimal policies and simulation-based optimization for capacited production inventory systems. (Tayur, S., Ganeshan, R., Magazine, M. (és mtsai): Quantitative Models for Supply Chain Management) - kiadványban, Kluwer Academic, New York, Dordrecht.
- Kempf, K. (2003a). Optimization of a semiconductor supply chain, Proceedings of the INFORMS, OR/OS Practice konferencia, Phoenix, AZ, 43-49.
- Kempf, K. G. (2003b). Models needed for supply-demand network management, Workshop on Transport in Supply Chains, Traffic, and Biology, Arizona State University
- Kempf, K. G. (2004). Control-Orineted Approaches to Supply Chain Management in Semiconductor Manufacturing. American Control Conference, Boston, MA
- Lee, H. L., Billington, C. (1992). Supply chain management: pitfalls and opportunities. In: Sloan Management Review 33. 65-73.
- Lehőcz G., Csukás B. (2005). Kísérlet gazdasági potenciál számításon alapuló lokális döntések alkalmazására egy keverési folyamat kétrétegű háló modelljében. OTDK, Eötvös Lóránd Tudományegyetem, 2005. március 21-23.
- Lehőcz G. (2007). Makro szinten modellezett logisztikai folyamatok "optimalása" lokális gazdasági potenciál számítás alapján. I. Kaposvári Gazdaságtudományi Konferencia, Kaposvár, 2007. november 9.
- Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., Simchi-Levi, E. (2004). Managing the Supply Chain: The Definitive Guide for the Business Professional. McGraw-Hill : New York.
- Simulation Dynamics (2003). Importance of supply chain management. URL (<http://www.simulationdynamics.com/Sc/SupplyChainImportance.htm>).

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Kratafila Márió

Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Informatika Tanszék
7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
Kaposvár University, Faculty of Economic Science
Department of Information Technology
H-7400 Kaposvár, Guba Sándor u. 40.
Tel.: 36-30-6854-667, Fax: 36-82-505-953
e-mail: kratafila@t-email.hu



Marketing információs rendszerek ismertsége és használata a gyakorlatban

Némethné Tömő Zs.

NYME SEK TTMK Műszaki, Informatikai és Gazdaságtudományi Intézet, 9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4.

ÖSSZEFOGLALÁS

A verseny kikényszerítette a magyar piacon is, hogy a vállalatok integrált vállalat-irányítási rendszereket használjanak. Az adatintegráció már nem az ügyviteli szinteken jön létre, hanem a vezetői információs rendszerek, illetve a marketing információs rendszerek alkalmazása által. A marketing információs rendszer (MIR) feladata a marketingdöntések megalapozásához szükséges információk eljuttatása a megfelelő döntési szintre, illetve különböző elemzések készítése. A napi helyzetelemzés és a kis horderejű döntések támogatása éppúgy feladata, mint a stratégiai döntések alátámasztása, kiszolgálása. A marketing információs rendszer jelentősége ezen felül abban rejlik, hogy segítséget nyújt a problémák azonosításában, strukturálásában is.

(Kulcsszavak: informatikai rendszer, marketing információs rendszer, vállalatirányítás)

ABSTRACT

Known and using of marketing information system in practice

Zs. Némethné Tömő

West-Hungarian University, Savaria University Centrum, Faculty of Natural Science and Technology,
Institute of Technology, IT and Economic, H-9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4

Competition distressed companies to use integrated company controlling systems in the Hungarian market. Data integration does not realized on the level of the management, rather applying executive controlling systems or marketing information systems. The tasks of the marketing information system (MIS) are providing needed information to the right decision levels, and preparing different analyses. Furthermore marketing information system has to support daily status analysis as well as strategic decisions. Further importance of marketing information system is supporting identify and structure problems.

(Keywords: IT system, marketing IT system, company controlling)

BEVEZETÉS

Napjainkban a globalizáció, a világpiac minden korábbinál nagyobb mértékű kiterjedése, az egyre növekvő, az egész világra kiterjedő kereskedelem, a rohamos technológiai fejlődés és még további tényezők egyre keményebb piaci versenyt eredményeznek, s újabb és újabb versenytársak jelennek meg a piacon. Ezen éles verseny eredményeként a vállalatok számára a piaci igények rugalmas és sokszor rendkívül gyors követése – túlélési kérdés (Hetyei, 1999).

A kemény versenyben azok a vállalatok tudnak hosszú távon versenyképesek maradni, amelyek céljaik érdekében egyre jobban összehangolják erőforrásait, s

megteremtik az üzleti stratégia, az emberi erőforrások, a munkafolyamatok és az információs rendszer összhangját.

A vállalatvezetők többsége egyre inkább felismerte, hogy a vállalatirányítási információs rendszer a versenyképesség stratégiai eleme, verseny-előnyök, nyereség forrása, amelynek fontos szerepe lehet a versenytársakhoz képest jelentkező differenciálódásban is.

Ugyanakkor a hatékony vállalatirányítás mellett az informatika támogatja a marketing kommunikációt, az értékesítést, a vevő-kapcsolatok menedzselését, a gyártmánytervezést, fejlesztést, a gyártási folyamat-tervezést, a kiadvány-szerkesztést, az irodai, az üzleti kommunikációs tevékenységeket és még számtalan egyéb tevékenységet (Heteyi, 2000).

A vállalatok viszont egy folyamatosan változó környezetben működnek, ahol változik a piac, a verseny, a konkurencia; s változik az információtechnológia és az információs rendszerek is.

E felismerés késztetett arra, hogy a vállalati információs rendszereket tanulmányozzam, a marketing információs rendszerek felépítését elemezzem, szükségességét kutassam, illetve a köztük lévő kapcsolatot feltárjam.

A következő kérdésekre kerestem a választ:

- Milyennek mondható a vállalati vezetők informáltságának foka a fa- és bútoriparban?
- Informáltságuk minek köszönhető?
- Működtetnek-e számítógépes rendszert, ha igen, nevezhető-e vállalatirányítási rendszernek?
- Jelenlegi rendszerük szolgáltat-e marketing információkat?
- A marketing információs rendszer Kotler által definiált moduljaiból melyik működik?
- Mennyire fontos a marketing információs rendszer a megkérdezett cégek számára, fejlesztésre szorul-e jelenlegi rendszerük?
- Van-e CRM (Customer Relationship Management – vevőkapcsolat menedzsment) rendszerük?
- Alkalmaznak-e a megkérdezett vállalatoknál marketing szakembert, van-e a MIR-nek (Marketing Információs Rendszer-nek) felelőse?
- A különböző méretű vállalatok marketingmenedzserei használják-e az Internetet informáltságuk javításához?

A marketing információs rendszerek felépítésének és működésének tárgykörében a hazai és nemzetközi szakirodalomban csak kevés (hazaiban egyáltalán nem) átfogó jellegű publikációval találkoztam. Ez a helyzet is késztetett arra, hogy a témakörben tudományos igényű kutatásokat végezzek.

A minta jellemzői

A vizsgálat során összesen 101 céget kerestem fel sikeresen az ország teljes területén ennek közel 1/3-át, 38 céget Budapesten. A szűrőfeltétel eredményeként csak fa- és bútoripari vállalkozásokat vizsgáltam. A megkérdezett személyek a cégek felső, vagy középvezetői voltak.

A kérdőívek feldolgozása és az összefüggések meghatározása az SPSS program segítségével történt.

A mintát három szempontból vizsgáltam:

- a cégek nagyságát alkalmazotti létszám és nettó éves forgalom alapján
- fő tevékenységi körüket - gyártó vagy kereskedő cégről van-e szó
- valamint a válaszadó személyek cégen belüli beosztását.

Az alkalmazottak számát tekintve a vizsgált cégek több mint fele 20 fő alatti vállalkozás, ami kisebbnek mondható, viszont jelentős a nagy, 60 főnél többet alkalmazó cégek aránya is. Így mind a kis, mind a nagyvállalati vélemények megfelelően reprezentálva voltak a mintában.

A vizsgált cégek közel 2/3-a 50 és 500 millió forint közötti éves nettó forgalommal rendelkezik, ebbe a csoportba inkább a 20 főt, vagy annál kevesebbet foglalkoztató cégek tartoznak.

Fő tevékenységi körük szerint a mintában a gyártó cégek 2/3, a kereskedők pedig 1/3 arányban voltak jelen.

Ha a megkérdezettek beosztását vizsgáljuk, közel azonos a felsővezetők és a középvezetők aránya, ez mind a kisebb – 20 főnél kisebb cégek –, mind a nagyobb cégeknél hasonló arányt mutat.

A vállalat információs rendszerének vizsgálata

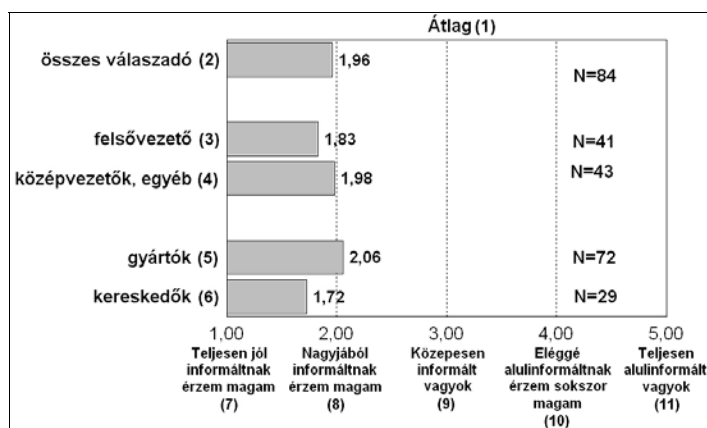
Az információs rendszer elemzésekor először a vállalati vezetők informáltságát vizsgáltam, majd megnéztem, hogy a cégeknél milyen informatikai illetve vállalatirányítási rendszer működik és ez mennyire fejlett, milyen funkciókat kezel. Ezután vizsgáltam meg, hogy létezik-e az információs rendszeren belül marketing információs rendszer és az hogyan funkcionál.

A vállalati vezetők informáltsága

Először megkérdeztem a cégvezetőket, hogy mennyire érzik megfelelően informáltnak magukat a vállalati döntésekhez. Az informáltságot egy 5 fokú skálán kellett értékelni a teljesen jól informáltságtól a teljesen alulinformáltsáig. (1. ábra)

1. ábra

A vállalati vezetők informáltsága



Nincs szignifikáns különbség a gyártók és kereskedők között (*It is not significant difference between manufacturers and distributors*)

Figure 1: Business managers' information level

Average(1), All respondents(2), Senior managers(3), Managers, others(4), Manufacturers(5), Distributors(6), I am perfectly informed(7), I am quiet informed(8), I am medium informed(9), I feel quite uninformed many times(10), I am totally uninformed(11)

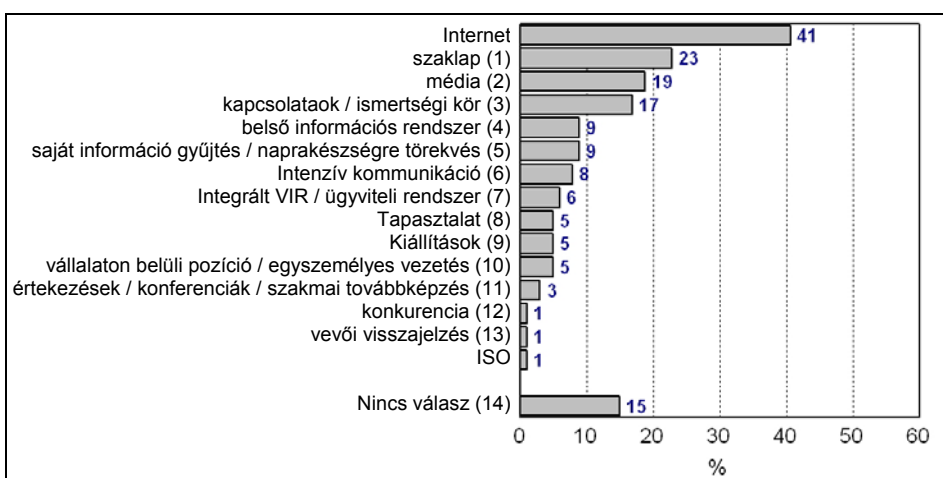
Az adatokból látható, hogy nagyjából informáltak érzik magukat, mind a felsővezetők, mind a középvezetők, e tekintetben nincs különbség a két vezetési szint között, de nincs szignifikáns különbség a szerint sem, hogy gyártó cégről, vagy forgalmazókról van-e szó.

Arra vonatkozóan, hogy hogyan javíthatná informáltságát kevés spontán válasz született, a cégvezetők általánosságban nem tartják fontosnak ezt, hiszen többnyire jól informáltak érzik magukat.

Ha megvizsgáljuk a tájékozódást, azt látjuk, hogy a vezetők informálódásában jelenleg már az Internet a legfontosabb forrás, a válaszadók közel fele innen szerez információt, a szaklapokat és az egyéb médiát megelőzve. (2. ábra)

2. ábra

A jól informáltság minek köszönhető?



100%: Összes válaszadó (*All respondents*); N=101; Több válasz lehetséges (*More answers possible*)

Figure 2: What factors are the reasons for this good information level?

Professional magazine(1), Media(2), Network(3), Internal information system(4), Information gathering on its own/being up-to-date(5), Intensive communication(6), Integrated VIR/information system(7), Experience(8), Trade shows(9), Position within the firm/ single leadership(10), Articles/conferences/professional trainings(11), Competitors(12), Customer feedback(13), No answer(14)

A vállalatirányítási informatikai rendszer használata

A következő részben azt vizsgáltam meg, hogy működik-e a cégeknél számítógépes illetve vállalatirányítási rendszer és ezek milyen típusúak. Milyen a munkatársak viszonya ehhez, mennyire fejlett és mely funkciói a legfontosabbak, továbbá fejlesztésükkor milyen szempontok játszanak szerepet.

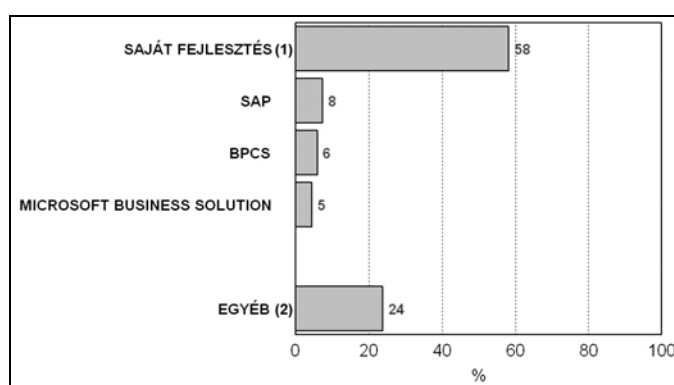
Az eredményekből az látható, hogy számítógépes rendszer szinte minden cégnél létezik, azonban a vezetők szerint ennek csak közel fele nevezhető vállalatirányítási

rendszernek. A vállalatirányítási rendszert a kérdés során nem definiáltam, így a válasz itt kizárólag a megkérdezett vezető ismeretén, szubjektív megítélésén múlott.

Ha megvizsgáljuk, hogy valójában milyen rendszer működik a cégeknél, figyelemre méltó, hogy ezeknek a rendszereknek több mint fele saját fejlesztésű (3. ábra), de azt is láthatjuk, hogy ezek a saját fejlesztésű rendszerek elsősorban a kisebb vállalkozásoknál és a kereskedő cégeknél dominálnak, a nagyobb, illetve gyártó cégeknél elsősorban SAP-t, BPCS-t, Microsoft BS-t, vagy egyéb nem saját fejlesztésű rendszert alkalmaznak. Ez érthető, hiszen a nagyobb cégeknél van lehetőség arra, hogy nagy értékű rendszereket vásároljanak, amelyek alkalmasak a nagyobb és bonyolultabb információáramlás biztosítására.

3. ábra

Milyen rendszer működik a cégeknél?



100%: Akik válaszoltak (All respondents); N=67

Figure 3: What kind of system is being operated by the companies?

Self developed(1), Other(2)

Megvizsgálva azt, hogy a munkatársak hogyan viszonyulnak az alkalmazott rendszerhez azt tapasztaltam, hogy döntő többségében elfogadják, használják. Itt azonban meg kell említeni, hogy ez az eredmény másodlagosan, a vezetőn keresztül lett mérve, nem a munkatársakon keresztül, ami a karakteres vélemények megjelenését visszafogja, tompítja.

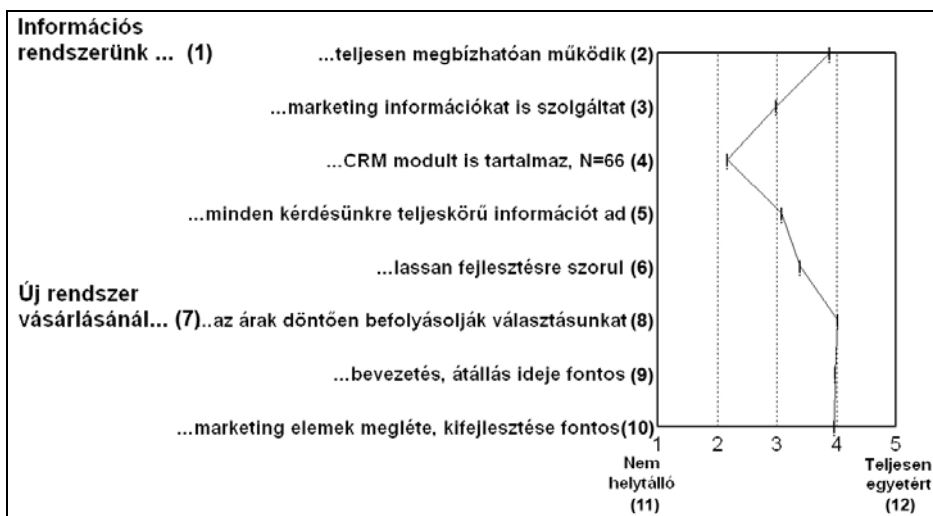
Az informatikai rendszer értékelése, döntési szempontok

Az információs rendszer értékeléséhez állításokat soroltam fel és megkértem a válaszadót, hogy értékelje azokat egy 1-5-ig tartó skálán aszerint, hogy mennyire ért egyet azzal.

Az eredményekből látható, hogy az alkalmazott informatikai rendszerek nagyjából megbízhatóan működnek, de jelentős részük lassan fejlesztésre is szorulna. Valóban széleskörű információt, beleértve a marketinggel kapcsolatos információt is nem igazán szolgáltatnak. A rendszerek CRM modult általában nem tartalmaznak. A CRM-re vonatkozó kérdésnél megjegyzendő, hogy a viszonylag alacsonyabb számú válaszadás annak is köszönhető, hogy a CRM fogalmát feltehetően többen nem ismerték. (4. ábra)

4. ábra

Az információs rendszer megítélése



100%: Összes válaszadó (All respondents)

Evaluation of the information system (Figure 4)

Our Information System... (1), ...reliable (2), ...provides marketing information as well (3), ...includes CRM Modul, N=60 (4), ...provides complete answers to all questions (5), ...should be up-dated soon (6), When purchasing a new system... (7), ...prices effect the decision a lot (8), ...the introduction and the transition time is important (9), ... marketing factors and their development is important (10), Do not agree (11), Fully agree (12)

Ennél a kérdésnél megvizsgáltam azt is, hogy új rendszer vásárlásánál néhány szempont mennyire fontos. Azt látjuk, hogy mind az ár, mind az átállás időtartama, mind pedig a marketing elemek megléte egyformán viszonylag fontos a rendszer kiválasztásakor, beszerzésekor.

Ezek a fenti eredmények függetlenek voltak attól, hogy milyen az alkalmazott számítástechnikai rendszer a cégnél (egydi fejlesztésű vagy más márkás pl.: SAP rendszer), vagy hogy tevékenysége szerint gyártó-e a cég vagy kereskedő.

Amikor a cégek mérete szerint vizsgáltam meg a véleményeket, azt láttam, hogy az információs rendszer értékelésében vannak eltérések. A kisebb cégek biztonságosabbnak ítélik a rendszerüket. Ez következhet abból, hogy kisebb cégben kisebb rendszereket is alkalmaznak, amely rendszerek meghibásodási lehetősége is kisebb, így a vezetők biztonságosabbnak ítélik azt, mint a nagyobb cégek esetében, ahol a rendszer bonyolultságából fakadóan gyakrabban fordulhat elő rendellenesség. A nagyobb cégeknél ezzel összhangban viszont jobban érzik annak szükségességét, hogy fejlesszék az információs rendszert.

A legtöbb véleménykülönbség a válaszadók beosztása szerint adódott. A felsővezetők általában elégedetlenebbek a használt rendszerrel, ők úgy érzékelik, hogy

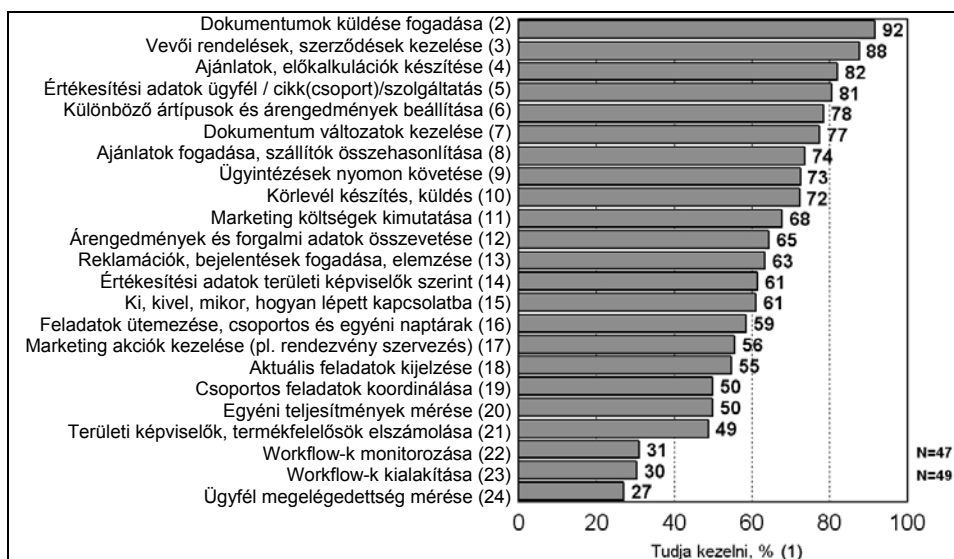
kevésbé ad megfelelő információt, ezért szükségesebbnek látják a fejlesztést, mint a középvezetők.

Az informatikai rendszerben meglévő funkciók és azok fontossága

Ebben a részben arra kerestem a választ, hogy az alkalmazott rendszerek mennyire fejlettek. Megvizsgáltam azt, hogy a cégek jelenlegi rendszere tudja-e kezelni a felsorolt funkciókat. Ezeket elterjedtségük szerint sorba rendeztem, fentről, a legelterjedtebbektől az alsó legkevésbé elterjedtig. (5. ábra)

5. ábra

A számítógépes rendszer fejlettsége



100%: Összes válaszadó (All respondents); A Workflow kifejezés esetén a válaszadók jelentősen kevesebb. (There are much less answers when using the expression „workflow”)

Figure 5: State of improvement of IT

% of people who can use the function(1), Sending and receiving documents(2), Handling customer orders and contracts(3), Preparing offers and precalculations(4), Commercial data customer/item (class)/service(5), Setting different prices and price discounts(6), Handling document types(7), Receiving offers and compare suppliers(8), Follow up cases(9), Making and sending circular letters(10), Providing marketing cost information(11), Comparison of sales and discount data(12), Receiving and analysing customer complaints(13), Commercial data per sales representative(14), Who contacted whom, when, how(15), Time management, personal and group calendar(16), Handling marketing actions (events)(17), Showing present tasks(18), Coordination of group tasks(19), Measuring personal performance(20), Accounting of sales representatives and product managers(21), Monitoring workflow(22), Creating workflow(23), Measuring customer satisfaction(24)

A legerjedtebb, szinte minden rendszerben meglévő funkció a dokumentumok küldése, fogadása, a megrendelések, szerződések kezelésével együtt. Érthetően ez az egyik legfontosabb funkció a cégeken belül. Az is érzékelhető, hogy az üzletszerzéssel és az ügyfelekkel való kapcsolattartáshoz szükséges funkciók is viszonylag elterjedtek, fejlettek. A belső információcserével kapcsolatos, ügyintézéshez használt funkciókat már valamivel kevesebb cégnél alkalmazzák.

Az is látható, hogy az általános összesített adatokat viszonylag sok cégnél kezeli a rendszer (pl. értékesítési adatok), míg ezek részletesebb elemzéshez szükséges bontása már jóval kevesebb cégnél hozzáférhető.

A munkaszervezéssel kapcsolatos funkciók viszonylag alul helyezkednek el a grafikonon, ezek általában a cégek közel felénél léteznek (pl. feladatok koordinálása, kijelzése, naptár, stb.). Ennél is kisebb a teljesítmények mérésével, értékelésével kapcsolatos funkciók lehetősége a cégeknél. Legalacsonyabb az ügyfelek megelégedettségének mérésére alkalmas informatikai rendszerek aránya, a jelenleg használt rendszerek közel negyede alkalmas csak erre.

A marketing területén a marketing költségek kimutatására a vállalatok 2/3-ánál alkalmas a rendszer, míg a marketing akciók kezelését csak a cégek felénél képes kezelni az informatikai rendszer.

Megvizsgálva azt, hogy a felsorolt funkciók alkalmazásának lehetősége eltér-e attól függően, hogy saját fejlesztésű-e a rendszer, azt tapasztaltam, hogy a saját fejlesztésű rendszerek a dokumentumok küldésében, fogadásában többet nyújtanak, viszont az egyéb rendszerek (SAP, BPCS, stb.) az árendmények, forgalmi adatok elemzésében és az egyéni teljesítmények mérésében bizonyulnak fejlettebbnek.

Ha a cégek mérete szerint tekintjük át az eredményeket látható, hogy a nagyobb cégek rendszerei, a méretből fakadó kihívások miatt, jobban alkalmasak a reklamációk fogadására, elemzésére és az egyéni teljesítmények mérését is jobban képesek kezelni, mint a kisebb vállalkozások, ahol ezeknek a feladatoknak a kezelését, megoldását kisebb mértékben helyezik az informatikai rendszerbe, ezeket a funkciókat az informatikai rendszeren kívül is könnyebben kezelhetik.

Arra a kérdésre, hogy hogyan javítaná a cég vállalatirányítási rendszerét viszonylag kevesebben válaszoltak. Ők viszont döntően a jelenlegi rendszer fejlesztésével vagy szoftvervásárlással látják megoldhatónak.

MARKETING INFORMÁCIÓS RENDSZER (MIR) VIZSGÁLATA

A marketing információs rendszer általában a vállalatirányítási rendszer részeként, annak alrendszerként működik. Ennek négy fő területét különböztetjük meg (Kotler, 1998):

- a belső nyilvántartási rendszert
- a marketing megfigyelő rendszert,
- a marketing kutató rendszert és
- a marketing elemző rendszert.

A következő kérdésben azt vizsgáltam, hogy ezeken a területeken mennyire fejlettek a gyártó és kereskedelmi vállalkozások. Ezen alrendszerekre vonatkozóan 3-3 állítást kellett a válaszadónak értékelnie egy 1-5 fokú skálán aszerint, hogy mennyire ért egyet azokkal. (6. ábra)

6. ábra

A marketing információs rendszer megítélése

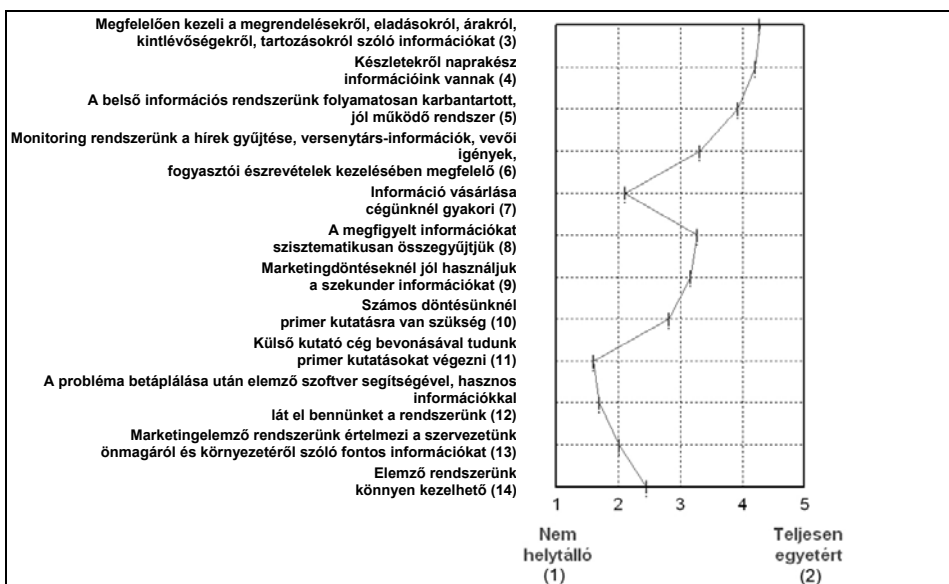


Figure 6: Evaluation of the marketing information system

Do not agree(1), Fully agree(2), Handles information on orders, sales, prices, assets, overdue payment, well(3), We have up-to-date information about inventory(4), Our internal information system is continuously improved, well functioning system(5), Our monitoring system is good for gathering news, competitor information, handling customer needs and feedback(6), Buying information is frequent at our company(7), We systematically gather information accessed(8), We use secondary information well in our marketing decisions(9), We need primary research for many of our decisions(10), We get these primary information by using external research firms(11), After inserting the problem into the system, it gives us useful information due to the analytical software(12), Our marketing information system analysis important information about our own company and about the environment(13), Our analytical system is easy to use(14)

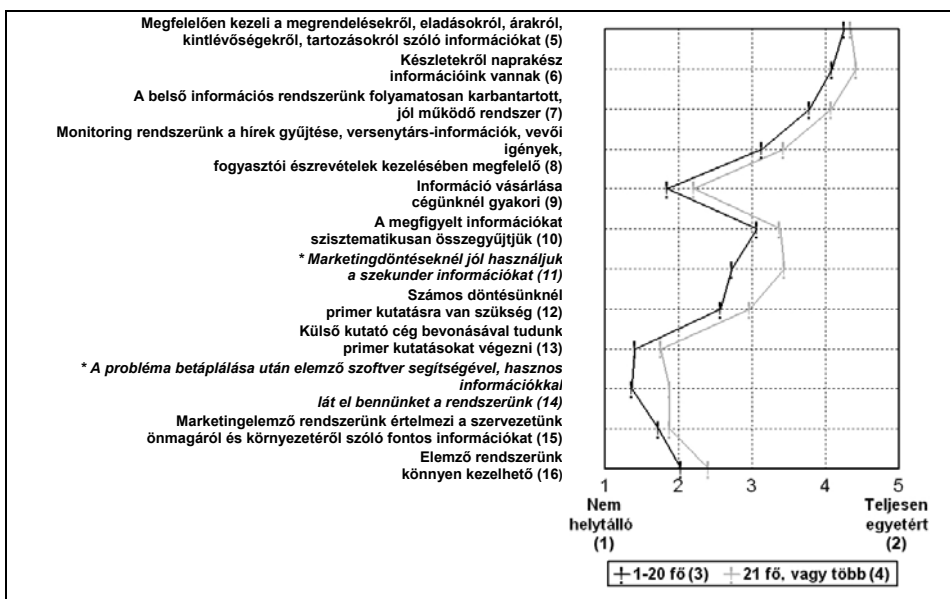
Az első 3 állítás a belső nyilvántartási rendszerrel volt kapcsolatos. Láthatóan a belső nyilvántartás a legfejlettebb a négy terület közül, a többi alrendszerrel jóval kevesebb helyen használják. A belső nyilvántartások területén pedig a megrendelések, árak, kintlévőségekről szóló információk kezelése a legelterjedtebb.

A további kettő, a marketing megfigyelő (4-6. állítás) és kutató rendszereket (7-9. állítás) már jóval kevesebb cégnél és csak részlegesen használják. Itt annyit lehet még megemlíteni, hogy a kutatás területén a nagyobb cégek azok, ahol a marketing döntésekhez gyakrabban használnak szekunder információkat. A marketing elemzés (10-12. állítás) szinte még sehol sem jellemző.

A fenti állításokat a cégek mérete szerinti bontásban és a cégek számítógépes rendszere szerinti bontásban is megvizsgáltam. (7. ábra, 8. ábra)

7. ábra

A marketing információs rendszer megítélése a cégek mérete szerinti bontásban



* Szignifikáns különbség a csoportok között (Significant difference between groups);
N összes válaszadó (All respondents)

Figure 7: Evaluation of the marketing information system based on size of companies

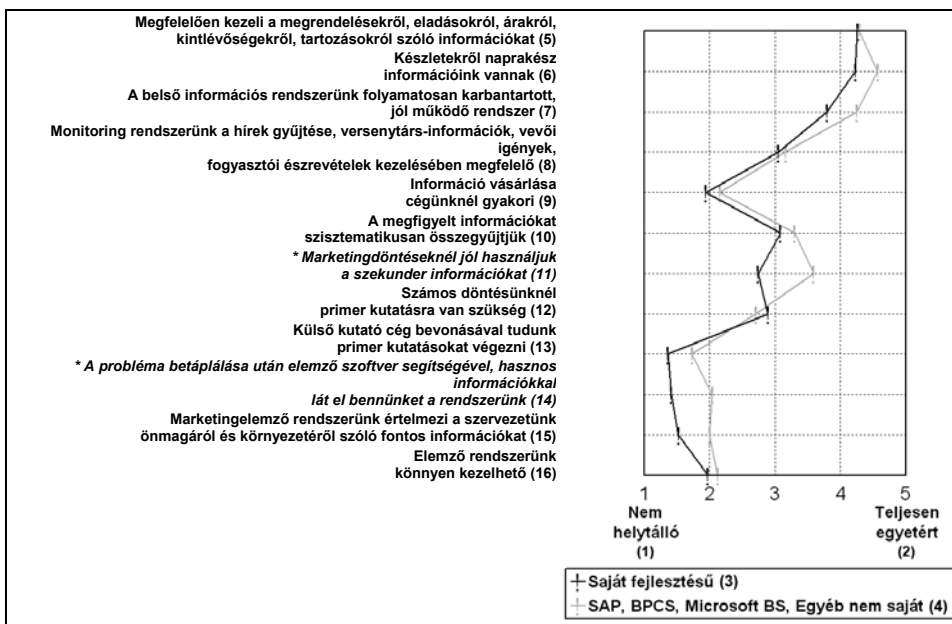
Do not agree(1), Fully agree(2), 1-20 employees(3), 21 employees or above(4), Handles information on orders, sales, prices, assets, overdue payment, well(5), We have up-to-date information about inventory(6), Our internal information system is continuously improved, well functioning system(7), Our monitoring system is good for gathering news, competitor information, handling customer needs and feedback(8), Buying information is frequent at our company(9), We systematically gather information accessed(10), We use secondary information well in our marketing decisions(11), We need primary research for many of our decisions(12), We get these primary information by using external research firms(13), After inserting the problem into the system, it gives us useful information due to the analytical software(14), Our marketing information system analysis important information about our own company and about the environment(15), Our analytical system is easy to use(16)

Amikor megkérdeztem, hogy mennyire tartja fontosnak a marketing információs rendszert a válaszadók döntő többsége nagyon fontosnak tartja azt, függetlenül a beosztásától, az alkalmazott rendszertől, vagy a cég méretétől. Ebből az eredményből látható, hogy a vezetők elméleti szinten érzik szükségességét a marketingnek, azonban

az alkalmazás még csak részlegesen történt meg, az információs rendszerbe történő beillesztése még csak kevés cégnél valósult meg. (9. ábra)

8. ábra

A marketing információs rendszer megítélése a cégek számítógépes rendszere szerinti bontásban



* Szignifikáns különbség a csoportok között (Significant difference between groups);
N összes válaszadó (All respondents)

Figure 8: Evaluation of the marketing information system based on the IT system of the companies

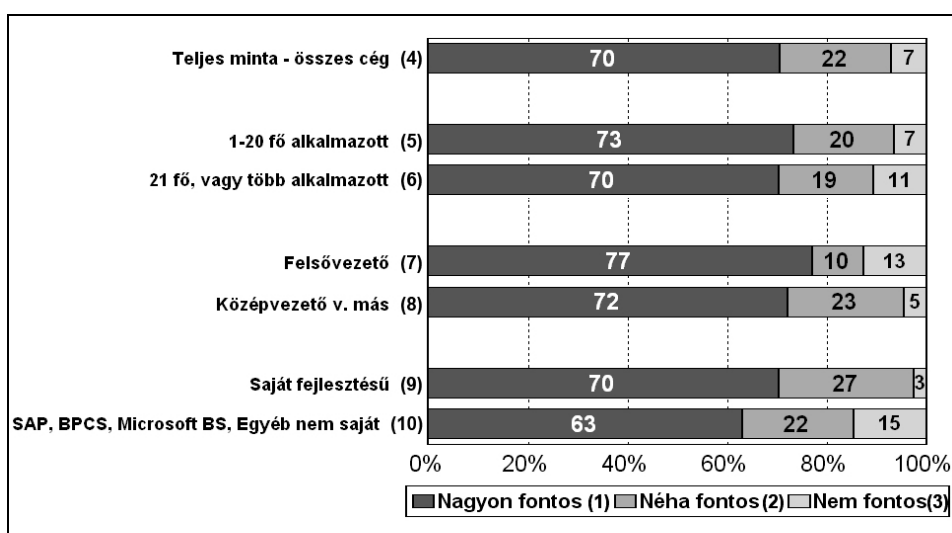
Do not agree(1), Fully agree(2), Self developed(3), SAP, BPCS, Microsoft Business Solution, Other not own(4), Handles information on orders, sales, prices, assets, overdue payment, well(5), We have up-to-date information about inventory(6), Our internal information system is continuously improved, well functioning system(7), Our monitoring system is good for gathering news, competitor information, handling customer needs and feedback(8), Buying information is frequent at our company(9), We systematicly gather information accessed(10), We use secondary information well in our marketing decisions(11), We need primary research for many of our decisions(12), We get these primary information by using external research firms(13), After inserting the problem into the system, it gives us useful information due to the analytical software(14), Our marketing information system analysis important information about our own company and about the environment(15), Our analytical system is easy to use(16)

Érdekes eredmény, hogy a vezetőknek nincs jellemző elképzelése arról, hogy hogyan lehetne javítani cégük marketing információs rendszerén. A megkérdezettek csak közel 1/3-a adott valamilyen spontán választ a feltett kérdésre, azonban ezek egy további része nem tartja fontosnak a fejlesztést. Ezek - akik nem tartják fontosnak a fejlesztést - többnyire saját fejlesztésű, megbízhatóan működő, marketing információ nyújtás szempontjából már fejlett rendszerekkel dolgoznak.

Nyilvánvaló, hogy az alkalmazott marketing információs rendszerek további fejlődéséhez a vezetők megfelelő tájékozódása elengedhetetlenül szükséges.

9. ábra

Mennyire fontos a marketing információs rendszer?



100%; Összes válaszadó (*All respondents*); Nincs szignifikáns különbség a csoportok között (*No significant difference between groups*)

Figure 9: How important is the marketing information system

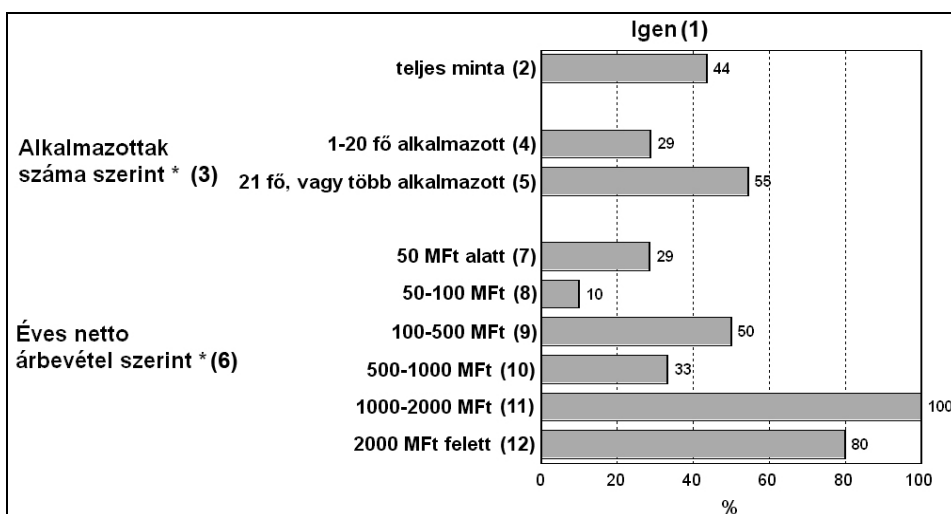
Very important(1), Sometimes important(2), Not important(3), Complete sample - all firms(4), 1-20 employees(5), 21 employees or above(6), Upper management(7), Middle management or else(8), Own research and development(9), SAP, BPCS, Microsoft BS, other not own(10)

A vizsgált cégek többségében 1-2 fő foglalkozik marketinggel, azonban törvényszerűen a marketingesek létszáma átlagosan annál magasabb, minél nagyobb a vizsgált cég. A vállalkozások 13%-ánál nincs egy fő sem, aki marketinggel foglalkozna.

A cégek 44%-ánál van felelőse a MIR-nek és érthetően minél nagyobb egy cég, annál gyakrabban létezik ez a feladatkör. (10. ábra)

10. ábra

Van-e valaki, aki a marketing információs rendszer felelőse?



*Szignifikáns különbség a csoportok között (Significant difference between groups)
100%: Összes válaszadó (All respondents)

Figure 10: Is there anybody responsible for the marketing information system?

Yes(1), Complete sample(2), Based on the number of employees(3), 1-20 employees(4), 21 employees or above(5), Based on the yearly net revenue(6), Under 50 Million HUF(7), 50-100 Million HUF(8), 100-500 Million HUF(9), 500-1000 Million HUF(10), 1000-2000 Million HUF(11), Above 2000 Million HUF(12)

EREDMÉNYEK

Kutatásom a marketing információs rendszerre, a vállalati információs rendszerekre, illetve ezek kapcsolatára irányult, melynek eredményei – megítélésem szerint – az alábbiakban foglalhatók össze.

- Számítógépes rendszer szinte minden cégnél létezik, azonban ennek csak közel fele nevezhető vállalatirányítási rendszernek, de még ezek sem tartalmaznak MIR modulokat.
Ha megvizsgáljuk, hogy valójában milyen rendszer működik a cégeknél, azt tapasztaljuk, hogy ezeknek a rendszereknek több mint fele saját fejlesztésű, de azt is láthatjuk, hogy ezek a saját fejlesztésű rendszerek elsősorban a kisebb vállalkozásoknál dominálnak, a nagyobb cégeknél elsősorban SAP-t, BPCS-t, vagy egyéb, nem saját fejlesztésű rendszert alkalmaznak.
- Az alkalmazott informatikai rendszerek marketinggel kapcsolatos információkat nem igazán szolgáltatnak. A marketing költségek kimutatására és a marketing akciók kezelésére többé-kevésbé van lehetőség.

- A vezetőknek nincs jellemző elképzelése arról, hogy hogyan lehetne javítani cégük marketing információs rendszerén. A megkérdezettek nagy része nem is tartja fontosnak a fejlesztést.
- A nagyobb cégek azok, ahol a marketing döntésekhez gyakrabban használnak primér és szekunder információkat, de ez nem integrálódik tudatosan az információs rendszerbe. Pozitívan értékelendő, hogy egyes helyeken már elindult a CRM, néhol az SRM (Supplier Relationship Management – szállítói kapcsolat menedzsment) bevezetése, ami kapcsolatot képez a belső beszámolórendszer és a marketing megfigyelő rendszer között.

AZ EREDMÉNYEK GYAKORLATI HASZNOSÍTÁSA

A marketing információs rendszer konstrukciójának teljes kidolgozása (nem csak a fa- és bútoriparban) véleményem szerint még várat magára. A jelenlegi információs rendszerre vonatkozó koncepciók túl elvontak, és sok esetben távol állnak a gyakorlati megvalósítástól (Némethné Tömő, 2005).

Mindezt figyelembe véve az alábbiakban foglalom össze a gyakorlati életben megvalósítható javaslataimat:

- A jövőben a külső információkra fokozottan tekintettel kell lenni a marketing információs rendszer kiépítésénél. A korábbi vizsgálatok azt mutatják, hogy a legtöbb pillanatnyilag működő információs rendszerben csupán a belső adatokat veszik figyelembe. Tekintve a jövőbeli perspektívákat, a számítógépes marketing információs rendszertől elvárt, hogy egyre fokozottabban értékelje a külső adatokra alapozott rutindöntéseket.
- Fontos, megoldandó feladat, a marketing funkciónak, mint vállalati funkciónak a tisztázása. Mert helyzete rendezetlen és tisztázatlan, azaz nem jelenik meg önálló funkcióként, és a koordináció az egyes marketing résztvevők között is hiányos.
- A fa- és bútoripari vállalkozásoknál működő számítógépes rendszerek több mint fele saját fejlesztésű, az ezekben megvalósuló szoftverötlek alacsony színvonalúak, ami üzleti hátrányt jelent. Meg kell ismertetni ezen cégekkel a CRM, SRM, illetve az ERP (Enterprise Resource Planning – integrált vállalatirányítási rendszerek) lényegét, és meg kell győzni őket, ezek használatáról.
- Az a néhány résztvevő, ami általában a marketing szervezetekben megjelenik, illetve foglalkoznak vele, a piackutatás és a reklám nagyon sok vállalatnál vállalatvezetői hatáskörbe tartozik, és nem igazán a marketing szervezethez. Tehát a megoldandó feladatok közé tartozik a marketingszervezetek jogkörének és felelősségének tisztázása is.

IRODALOM

- Hetyei J. (1999): Vállalatirányítási és információs rendszerek Magyarországon. ComputerBooks : Budapest. 26-27. p.
- Hetyei J. (2000): Vállalatirányítási és információs rendszerek Magyarországon 2. ComputerBooks : Budapest. 1-200. p.
- Kotler, P. (1998): Marketing menedzsment. Műszaki Könyvkiadó : Budapest.
- Némethné Tömő Zs. (2005): A hazai marketing információs rendszer fejlesztési lehetőségei faipari és bútoripari vizsgálatok alapján. PhD értekezés. Nyugat-Magyarországi Egyetem. 106-130. p.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Némethné Tömő Zsuzsanna

NYME SEK TTMK Műszaki, Informatikai és Gazdaságtudományi Intézet,
9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4.

*University of West Hungary, Savaria University Centrum, Faculty of Natural
Science and Technology, Institute of Technology, IT and Economic
H-9700 Szombathely, Károlyi G. tér 4*

Tel.: 36-30-308-1835

e-mail: ntzsuzsa@ttmk.nyme.hu



Konzisztenciára törekvő benchmarking, avagy mezőgazdasági üzemek összehasonlító elemzése

Pitlik¹ L., Zilahi Szabó² M.G.

¹SZIE Gödöllő, Gazdaságelemzési és Módszertani Intézet Gödöllő, H-2100 Páter K. u. 1.

²JLU Giessen, FB07, Institut für Informatik, D-35392 Giessen, Arndtstr. 2

ÖSSZEFOGLALÁS

A mezőgazdasági üzemek menedzsmentje komplex ökológiai és ökonómiai rendszerek célirányos manipulációját jelenti, mely a „polihisztor” jellegű megközelítés ellehetetlenülése okán megkerülhetetlenül igényli a társadalmi szinten már felhalmozott tudás (vö. online tanácsadás) hatékony és biztonságos bevonását az egyéni döntéselőkészítésbe. A tanácsadási folyamat lényege a szakértői javaslat, mely személyes tanácsadási formájában a szóban forgó üzem adatai és a szakértői személyes tapasztalatok alapján a szakértő ad hoc, s így bizonyítatlan véleményét jelentik. Egy, az ad hoc tanácsadásnál már fejlettebb megoldás, vagyis egy (online) szakértői rendszer (vö. sakk-automata) ezzel szemben a szakértők által kidolgozott „sablon tanácsok” közül az üzemi adatok és a teljes (teszt)üzem-statisztika alapján, ismét csak a szakértők által ellenőrzött körülmények között kialakított bizonyítási eljárásokra támaszkodva azon sablonrészleteket választja ki, melyek leginkább illenek az adott üzem megismert helyzetére. A pl. a „legjobb” üzemekkel történő összehasonlítások (vö. benchmarking) során önállóan keletkező eredmények között azonban ellentmondások alakulhatnak ki. Ennek feloldása megköveteli a konzisztencia (vagyis az ellentmondás-mentességi) vizsgálatok beépítését a tanácsadási folyamatokba. A cikk célja a téma egy újszerű megközelítése és az első eredmények átfogó bemutatása. A kidolgozás alatt álló elemzési módszertan a parciális hasonlóságelemzések részeredményeinek összevetése alapján az alábbi kérdésekre keresi a választ: Az adott üzem a többi (hasonló méretű, termelési irányú, regionális elhelyezkedésű, jövedelemtermelő képességgel bíró) üzemhez képest rendelkezik-e ökológiai komparatív előnyökkel, és/vagy kimagasló menedzsment teljesítménnyel (vö. best practice)? Mely gazdálkodási mutatószámok milyen mértékben hatnak általában és üzem-specifikusan a gazdálkodás sikerét jellemző tényezőkre? Milyen tényezők milyen mértékű változása hogyan hat a gazdálkodás eredményességére? Mi a reális maximuma a gazdálkodás sikerét leíró mutatószámoknak? Milyen mutatószámok fontosabbak a többinél az eltérő regionális, üzemtípus szerinti összevetésekben, mint más csoportokban, ill. az sokaság teljes átlagában? Az újszerű megközelítés lényege kettős: egyrészt maga az objektivitásra törekvő (optimalizálást feltételező) tanulási folyamat, másrészt a rész és egész dialektikájának kiaknázása a tanácsok kockázatának minimalizálása, vagyis a konzisztencia növelése érdekében. A jelzett módszertan egyformán alkalmas statikus és dinamikus (vö. előrejelzési) problémák kezelésére. A bemutatott példák a (német) Informatika Intézet kutatási adatbázisára támaszkodnak.

(Kulcsszavak: benchmarking, hasonlóságelemzés, konzisztencia, üzem, tanácsadás, mutatószám, best practice)

ABSTRACT

Consistency-oriented benchmarking or comparing agricultural enterprises

L. Pitlik¹, M.G. Zilahi Szabó²

¹SZIE Gödöllő Hungary, Institute of Business Analysis and Methodology, Gödöllő, H-2100 Páter K. u. 1.

²JLU Giessen Germany, FB07, Institute of Computer Sciences, D-35392Giessen, Arndtstr. 2.

The management of agricultural farms means the manipulation of ecological and economical systems, which inevitably needs the safe and effective integration of the knowledge that was accumulated on a social level (cf. online extension systems) before, to individual decision-making, because the "polyhistor-like" approach is getting less viable. The essence of the consultancy process is an expertise containing the individual, ad hoc opinion of the expert, which is based on the expert's personal experiences, and the attributes of the given farm, and thus it is an insecure judgment. One of the more sophisticated methods is an (online) expert system (like a chess automaton), which selects one the "standard phrases" of the experts, based on the farm data and the whole farm statistics (c.f. FADN). These standard phrases (templates) are selected using the verification methods that were developed by the experts themselves, and those are selected which fits the most to the given farm. For example, the results that are created when individual farms are compared (c.f. benchmarking) to the best farms may be inconsistent. The solution of this needs the integration of consistency checks in the consultancy process. The goal of the lecture and the article is the introduction of a new approach of this topic, and a short demonstration of the first results. The analytic method that is being refined, based on results of partial similarity analyses, seek the answer for the following questions: Does a given farm have any ecological comparative advantages and/or excellent management capabilities compared to other farms (with the similar size, production line, income-generating capability, and within the same region)? How much does the provided indicators contribute to the succes of the farms, both generally and farm-specific? How does the variation of the indicators affect the succes of the farming? What is the real maximum of the indicators that describe the succes of the farming? Which indicators are more important than the others in the different regional, farm-type based comparisons on the average? This new approach have two components: first is the objectivity-driven learning method, second is the exploitation of the dialectics of the parts and the holistics in order to minimize the risk of the consultancy, and to enhance the consistency. The presented methodology is suitable to handle both static and dynamic problems. The demonstrated examples are based on the research database of the German Institute of Informatics.

(Keywords: benchmarking, similarity analysis, consistency, enterprise, extension, indicator, best practice)

BEVEZETÉS

A mezőgazdasági üzemekben elvileg és törvényileg számos értékes nyilvántartás keletkezik: pl. termesztéstechnológiai jellegű feljegyzések (vö. táblatörzskönyv, gazdálkodási napló, növényvédelmi naplók, stb.), ill. pénzügy-számviteli elszámolások, valamint analitikus nyilvántartások (pl. termék-önköltség számítás alapadatai). Ezen adatok (pl. anonim módon) országos (ill. EU szinten) nem, vagy csak részlegesen kerülnek összevezetésre egységes szerkezetű és konszolidált fogalmi rendű adatbázisokba. Így az üzem-összehasonlítás alapját adó informatikai erőforrás, vagyis

egy technikailag és módszertanilag kérlelt *adatvagyon* lényegében csak parciálisan (termelői csoportok egymás közötti, ill. integrátorokkal kialakított egyedi megállapodásai formájában), ill. alapvetően közhasznú jelleggel egyáltalán nem létezik. (Hogy ennek oka „csak” a tradicionális félelem az átláthatóságtól, vagy inkább az, hogy az adatgyűjtés fix költségei és az erre alapozható tanácsadás esetleges hasznossága között rendszer szinten veszteség keletkezik, további részletes vizsgálatokat igényel. Kivételt képeznek olyan létesítmények, amelyek egy zárt csoportban benchmarking alapon szaktanácsadást adnak: pl. Beratungsbüro Kühne Göttingen).

A negatív kiindulási helyzetben létezik azonban egy EU szinten definiált, ún. tesztüzemi rendszer (vö. pl. *AKII*, 2008). Az innen nyert adatok hivatalos elemzése, ill. maguk az adattáblák a tesztüzemi rendszerben benne nem lévők számára nem teszik magától értetődően lehetővé, a többiekkel való összevetést, lévén a módszertani „finomságok” nem reprodukálhatók triviálisan a saját (üzemi) nyilvántartásokban, aggregációs eljárásokban, ill. mutatószámképzések során (pl. *AKII*, 2006). Az adatvédelmi elveket nem sértő aggregálságú adatok (fenti) kiadvány mellékletében való megjelenítése nyomdatechnikai okok miatt szinte minden második oldalon (lényegében értelmezhetetlen) sor-fejléc nélküli egész-oldalas táblázatokat jelent. Igaz, az adatok online is letölthetők, bár a böngészőben a nagy HTML oldalak egyes nézeteiben már sem sor-, sem oszlopfejléc nem segíti a tájékozódást. Természetesen lehet ezen adatokat másként is vizualizálni: *MIAÚ* (2008), ahol a lekérdező pontosan és csak azt kapja, amit és ahogy látni szeretne. De sajnos az adatszintű technológiai támogatás esetleges meglététől még mindig nem beszélhetünk bizonyítottan hasznos tudástranszferről (legfeljebb csak a lekérdezési/riportolási idő minimalizálásáról), mely üzem-specifikusan lenne képes operatív és stratégiai tanácsokkal ellátni a gazdálkodókat...

Összefoglalva tehát:

- Bizonyos szempontból reprezentatív, rel. kevés számú üzem esetében létezik magas konszolidáltságú és aggregálsági fokú, elsődlegesen monetáris (HUF és EUR) *adatvagyon*.
- Üzemszintű adat csak kutatási jelleggel (természetesen ekkor is anonim módon) publikus.
- Az ismert(etett) HUF adatok és ezek EUR nézete (*EC*, 2008) közötti összhang nem magától értetődően teremthető meg, így az országok közötti összehasonlítás nehézkes. (Az országok közötti összehasonlítás annál fontosabb, minél inkább természetes mutatószámokról szól.)
- Ezen adatok hivatalos vizualizálása nem felel meg a kor technológiai lehetőségeinek, ami szinte lehetetlenné teszi ezek hatékony (min. riport-készítési időt feltételező) továbbhasznosítását.
- Ezen *adatvagyonon* túli részlegesen publikus *adatvagyonok* (pl. KSH, MVH, érdekvédelmi és szakmai szervezetek, stb.) lényegében csak nagyon magas aggregálsági szinten (pl. statisztikai régió, ország) értelmezhetők.

Az *adatvagyon-gazdálkodás* anomáliái önmagukban is elegendőek ahhoz, hogy az érintett gazdálkodók és szaktanácsadók körében érdemi üzem-összehasonlításról ne lehessen beszélni, noha a komplex mezőgazdasági – közgazdasági - ökológiai döntések előkészítése a társadalmi *tudásvagyon* hatékony használatát várná el (vö. a rendszerszintű hasznosság bizonyítása nem ismert, noha számos modellépítési, információs rendszerfejlesztést érintő kutatási jelentés, PhD-dolgozat készült már, ill. van folyamatban: pl. SPEL-CAPRI : *IAP*, 2008), s nem a polihisztor jellegű egyéni problémakezelést.

Ha létezik megfelelő mennyiségű és minőségű *adatvagyon*, akkor a közösségi tudás üzem-specifikus nézeteinek előállítására „már csak módszertani kérdésként merül fel. Az

alábbiakban következze egy rövid áttekintés a praktizált üzem-összehasonlítási „módszertanokról”:

- Intuitív tanácsadás: Amennyiben egy gazdálkodó külső szakértő segítségét kívánja igénybe venni, úgy az üzem és az eredményesség szempontjából „szerencse kérdése”, vajon az illető szaktanácsadó rendelkezik-e éppen olyan személyes (adatszinten nem feltétlenül bizonyítható) tapasztalatokkal (vö. emlékszik-e ezekre), melyek alapján parciális igazságként éppen abba az irányba és olyan mértékben javasolja módosítani valamely termelési erőforrás értékét, mely utólagosan igazolhatóan sikerrel kecsegtet.
- Szakkönyvek: Szinte bármilyen technológiai kérdésről is legyen szó, az ún. szakkönyv nem alkalmasak és nem képesek az Olvasó egyedi kérdésére választ kínálni, lévén nem interaktívak, s terjedelmi korlátaiknál fogva nem tudnak érdemi számú, jól strukturált és jól kereshető esettanulmányt bemutatni.
- Mutatószám-elvű tanácsadás: Abban az esetben, ha kutatási szinten az ismert statisztikai-matematikai apparátusra támaszkodva megfogalmazódnak magas korrelációs értékű feltételezések (pl. HA az üzem mérete árunövény-termesztés esetén kisebb, mint x ha, ill. adott növény hozama kisebb, mint y t/ha, AKKOR a gazdálkodás valószínűleg nem képes tartósan jövedelmet termelni.), a gazdálkodók egyszerűen mérhetik magukat ezen küszöbértékek alapján, s az is világos számukra, milyen irányba és kb. milyen mértékkel kell elmozdulniuk. Sajnos ez esetben is éppúgy szerencse kérdése az üzem-specifikus siker, mint az ad hoc szakértői vélemények esetén, hiszen az ilyen leegyszerűsítő mutatószámok lényegében semmit nem vesznek figyelembe az adott üzemről, vagyis nem eset-specifikus tanácsot sugallnak. Ilyen jellegű „segítségnek” kell sajnos tekinteni a tesztüzemi rendszerek adatai alapján mutatószámokként számolt legjobb és legrosszabb 25%-nyi üzem átlagos értékeit is.
- Szakértői rendszerek: Amennyiben az ismert objektum-soros (objektum = pl. üzem, régió) mutatószámok alapján szakértői szinten kialakított kombinatorikai tér egyes változataihoz magas beválási (CNF) értékek rendelhetők¹, úgy kialakítható egy (offline vagy online) szakértői rendszer, mely képes adott üzem kijelölt mutatói alapján az üzemet olyan csoportba sorolni, melyhez egy vagy több keresett mutatószám értéke több-kevesebb pontossággal meghatározható (triviális példa: HA egy üzemnek magas a költségszintje ÉS alacsonyak az értékesítési árai ÉS alacsonyak a hozamai, AKKOR ez az üzem nagy valószínűséggel /CNF/ veszteséges ← Hogy mi számít alacsonynak, magasnak, ill. hány ilyen jellegű kategória létezen mutatószámokként, azt a vizsgálat keretében a szakértő dönti el – legtöbbször ad hoc módon. A helyzet hasonló az adatbányászati szoftverek döntési fa és cluster-képzési algoritmusai esetén is.) Hátrányos, hogy a döntési fák nem kezelik a legjobb, (a potenciál) fogalmát (pl. max. hozam, jövedelem, stb.). Negatívumként említhető mindösszesen, hogy több, független szakértői rendszer eredője általában ellentmondásos (inkonzisztens), vagyis egyes tanácsok, megállapítások ellentmondhatnak más részeredményeknek.
- Termelési függvények: Csak a rend kedvéért említendőek a termelési függvények, melyek az üzemtani oktatás mintapéldáin túl a napi szakmai gyakorlatban lényegében nem léteznek tekintendőek, pl. egyetlen online könyvtárházban vagy hétköznapi könyvesboltban sem lehet termelési függvényt vásárolni, mely alapján pl. tetszőleges kukoricatechnológia várható hozama lenne levezethető az eddigi kísérletek és szabadföldi adatok alapján).

¹ Ilyen CNF számítások már a táblázatkalkulációs szoftverek kimutatás-varázslója segítségével is készíthetők.

- **Benchmarking:** A klasszikusnak számító benchmarking logika szerint (vö. Zilahi (2005ab)), szakértői (vagyis ad hoc) szinten kiválasztásra kerül, mely mutatószámok, egymáshoz képest milyen arányban (súllyal), milyen részpontoszámok alapján összevonva milyen jóság-intervallumot képesek valós objektumok alapján kirajzolni. Ennek valamilyen mértékű felső szelete lesz a best practice, míg minden egyéb objektum világos mérőszámok alapján láthatja, hogyan közeledik a top-kategóriához, ha egyes mutatói valamennyit javít (ez feltételezi természetesen, hogy a mutatószámokhoz irányultságok is definiálhatók: vagyis pl. egy üzem akkor jobb, ha nagyobb!?). Ezen terület letapogatásakor a szerzők nem csak a mutatószámok primer értékeivel, hanem ezek vizsgált mintán belüli sorszámaival, százalékrang-értékeivel, ill. ezek összegzésével (pl. rangsorszámok összege, ill. $MOstHOMogenTOP = \min.$ adott mutatószám esetén, $\min.$ adott mennyiségben, $\min.$ adott helyezésnél jobb objektumok formájában) képezték szubjektív, de logikusan védhető mutatószám-rendszereket, melyek az elvárások szerint tetszőleges inhomogenitást (inkonzisztenciát) mutattak egymáshoz képest. A benchmarking tehát a fentebb alkalmazott terminológia szempontjából egy (hibrid) szakértői rendszer.

Összegzésként elmondható:

- a tudástranszfer évtizedek óta alkalmazott és oktatott módszertanai alapvetően szubjektívek,
- a valós hasznosság (vagyis a tanácsok bevalásának sikere) nem mért,
- a tanácsadási folyamat automatizáltsága alacsony fokú,
- a valós intuitív döntéshozatal és a potenciális közösségi (oktatott és publikált) tudást, szakadék választja el egymástól.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Abból kiindulva, hogy legalább kutatási jelleggel hozzáférhető anonim, üzemi szintű teszüzemi adatok, a cikk célja azon lépések (módszertan) és üzleti modell (üggyvitel) bemutatása, melyek az adatvagyon bármilyen publikus szelete alapján (lévén nem az elemző dönti el egyelőre, mit érdemes gyűjteni, különösen nem a természetes adatok tekintetében) olyan elemzések készítését vázolja fel, melyek a részeredményekben felbukkanó ellentmondásokat is figyelembe véve, a kezelt mutatószámok által megengedett operativitási szinten üzem-specifikus tanácsokkal képesek szolgálni a gazdálkodók számára.

Az adatvagyon jellemzése:

- Forrás: intézeti adatbázis
- 586 anonim üzem (objektum)
- Attribútumok (eredeti német jelöléssel): AK gesamt, Betriebsnummer, Betriebstyp, Cashflow (CF), CF pro AK, CF pro Fläche, CF zu Aktiva %, CF zu Bilanzsumme %, CF zu Eigenkapital %, CF zu Fremdkapital %, CF zu Umsatz %, CF-Umsatzverdienstrate %, DB pro AK, Eigenkap.pänd. zu Entnahmen %, Eigenkapitalquote %, EKR %, Erwirtsch.Anteil am Finanzbedarf %, FREMD-AK Besatz Pro 100 ha, Gewinnrate (Umsatz/Gewinn!) %, GKR %, KFR (Mittelzufl. Betrieb/Staat) %, kurzfr. Fremdkap.anteil %, kurzfr.Verschuld.quote %, Lever (Faktor), LN in ha, Region, ROACS %, ROCE %, ROI %, STDB pro ha, VE pro 100ha, Verschuldungsgrad %, Vieheinheiten, Wirtsch BetrGroesse,
- Az 586 üzem 12 üzemtípusba (pl. árunövény-termelés, tejelő tehéntartás, stb.) és 7 régióba tartozott véletlenszerűnek minősíthető megoszlás mellett.

- A mutatószámok közül az alábbi 3 fordított arányban áll a fedezeti hozzájárulással (DB): kurzfr. Fremdkap.anteil %, kurzfr.Verschuld.quote %, Verschuldungsgrad %, míg a többi esetben egyenes arányosság lett feltételezve.
- Módszertani alapok:

Az adatok kapcsán többek között az alábbi kérdésekre kerestük a választ hasonlóság-elemzés segítségével:

1. Mely üzemek tekinthetők (komparatív előnyeik és a menedzsment kiemelkedő színvonala alapján) a leginkább hatékonyak a mindenkor vizsgált objektum-részhalmozokban (pl. területi bontás /5/, üzemtípus szerinti bontás /6/, méret szerinti bontás /3, küszöbértékek: 50 és 100 ha/, ill. fedezeti hozzájárulás /3, küszöbértékek: 500 és 1000 EUR/ha/ szerinti bontás)?
2. Mely mutatószámok mennyire fontosak az fenti bontásokban?
3. Mely mutatószámok milyen mértékű változása milyen mértékben hat a fedezeti hozzájárulásra?
4. Mekkora a maximális FH (ill. STDB) bontásonként?
5. Hogyan hat egyes attribútumok (állami támogatás aránya: KFR (Mittelzufl. Betrieb/Staat) %, ill. számosállat-létszám/100 ha: VE pro 100ha) kivonása a magyarázórendszerből a többi mutató hatásmechanizmusára (1-4 kérdés)?
6. Milyen tanácsok adhatók konkrét üzemek esetén a vizsgált attribútumok alapján?
7. Hogyan kezelhetők az egyedi elemzések eredményei közötti inkonzisztenciák (vö. *Pitlik és Ruff, 2008*)?

Hasonlóságelemzés alatt értendő annak vizsgálata, vajon az egyszerre vizsgált objektum-attribútum mini-univerziumra milyen lépcsős függvény-sorozat (automatikusan generált, „optimalizált” szakértői rendszer) mellett, milyen pontossággal magyarázható additív módon egy kiválasztott jelenség (jelen esetben STDB pro ha) úgy, hogy a legjobb inputszint egyben a potenciális fedezeti hozzájárulás mértékét is megadja, ill. az attribútumonkénti hozzájárulások aránya a becslésekhez az egyes tényezők súlyaként értelmezhető. A futtató környezet a COCO² (Pitlik 2003/2004) online alkalmazás volt (INNOCSEKK 156/2006: MY-X, 2008). A konzisztenciára törekvés, mint prioritás az OTKA T049013-as projekt (*Pitlik, 2005*) célrendszere alapján kerül kiválasztásra.

Az egyes kérdések szakmai/szaktanácsadási indoklása:

1. Az objektumok bármilyen bontásáról legyen is szó: egy-egy üzem a többi vele egyszerre vizsgált üzemhez képest akkor tekinthető a best practice csoport tagjának, ha több eredményt (STDB) ér el, mint amennyi hasonló erőforráskészlettel átlagosan elérhetőnek tekint a modell. Így tehát az üzemek alapvetően 3 csoportra oszlanak:
 - kiegyensúlyozott gazdálkodást folytatók (vagyis azok, ahol a becsült STDB-érték és a valós STDB egy adott távolságon belül vannak),
 - hatékonyak (ahol a becsült érték alacsonyabb, mint a tény), ill.
 - pazarlók, (ahol a becslés nagyobb, mint a tény).A számítások eredményeként kialakuló szabályrendszer (pontozó tábla, ill. lépcsős függvény-sorozat) bármely üzemről képes megmondani, melyik csoporthoz tartozik nagy valószínűséggel.
2. A mutatószámok fontossága, ill. ezen fontosságok homogenitása egyrészt stratégiai szinten irányt mutat a tervezés súlypontjainak megválasztásához, másrészt segít legitimálni az alkalmazott módszertant, amennyiben a rész-univerzumok súlyponteltolódásai logikai szinten elvárható irányba történnek, lévén a

² COCO = Component-based Object Comparison for Objectivity

hasonlóságelemzés semmilyen exogén tudást nem integrál magába, mindent a primer adatokból vezet le. S mint ilyen egyszerre esendő és zseniális: esendő, mert torz mintából demagógiára hajlamos, míg zseniális, mert az n-dimenziós térben az emberi agynál virtuózabb és szisztematikusabb módon láthat rá a lénnyegre.

3. A számítások megadják: melyik mutatószám milyen mértékű változásával, mennyivel léphet előre, ill. hátra ebben a rangsorban. Megnyitva az utat egy fajta szimulációs „játék” (vö. szabály-alapú termelési függvény) előtt.
4. Az automatikusan felismert tudás kereteinek vélelmezhető helyessége egyrészt a módszertant verifikálja, másrészt a szimuláció keretfeltételeit határozza meg.
5. A mutatószámok hatásmechanizmusainak változásai segítenek a tanácsadást operatívabb, ill. más szakterületeket is bevonni képes szintre vinni.
6. A hasonlóságelvű tanácsadás alapja, hogy a futtatásoktól függetlenül létezzen a szakértők fejében számos olyan sablon-szövegek (tanácsok), melyek adott szimptómák esetére védhetőek. A módszertan feladata a szimptómák felismerése, a homogén üzemszoportok képzése. A tudásmérnök feladata a sablonszövegek szimptómákhoz rendelése, hiszen a primer adatok semmilyen nyelvi jellegű felismerésre nem adnak módot. A hasonlóságelemzés azonban képes az önmagukban is hasonlóságelemzésként előálló részeredmények, mint inputok és a tények közötti kapcsolatban annak automatikus feltárására, vajon melyik részeredmény-kombináció esetén milyen következtetés levonása a leginkább adekvát, ill. ebben milyen szerepet játszanak maguk a részeredmények?
7. Az ellentmondások kezelése ezek feltárásával kezdődik: bármely 2 vagy több részeredményre alapozó sablontanácsok között felléphet ugyanis logikai ütközés (vagyis az egyes szakértői rendszerekhez rendelt sablontanácsok egymással fogalmi szinten összevetendők, s az ütközési pontok előre definiálандók). Az előre feltárt potenciális ütközések detektálása után ezek mértékétől és fajtáitól függően a tanácsok relativálhatók, vagyis ezek kockázatának mértéke vizualizálható egy újabb szakértői rendszer keretében. A részeredmények között a leggyengébb láncszemek feltárását ismét csak hasonlóságelemzés segíti, amennyiben az egyes részmodellek üzemspecifikus becsléseiből üzemsorosan felállított tanulási minta és a valós következmények között az egyes részeredmények versenyeztetése révén világossá válik, mely részeredmények segítik leginkább a leghelyesebb végső becslés kialakítását. (Emellett az egyes üzemekről újabb hasonlóságelemzés kapcsán az is elmondható bizonyos valószínűséggel, vajon inkább az alul-, vagy a felülbecsült objektumok közé tartozó lesz-e a becslés és a majdani tényekhez képest...)

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Terjedelmi okokból a feltett kérdések esetén tapasztaltak csak egyes (fontosnak ítélt) részei kerülnek itt bemutatásra:

1. A több tucat hasonlóságelemzés alapján minden üzem eltérő következetességgel, de besorolásra kerülhet a jó, a kiegyensúlyozott és a gyenge csoportokhoz. Az egyes besorolások mögött az egyes üzemek egyedi erősségei és gyengeségei (vö. automatikusan keletkező SWOT!) az adott üzem szintjén nagy hatásmechanizmusú attribútumok alapján kijelölik a komparatív (környezeti és a management) előnyök és hátrányok kritikus pontjait. A részelemzések (becslések) egyetlen közös modellben való újraértelmezése megadja, mely részelemzés milyen fontosságúnak tekinthető, vagyis hogyan kell, hogy hasson a konzisztens végeredmény kialakítására.

2. Mint az az 1. táblázat alapján látható (1. sor: regionális bontás, 2. sor: termelési irány szerinti bontás, 3. sor: FH szerinti bontás, 4. sor: terület szerinti bontás, ill. sárga $\geq 6\%$ fontosság, fehér $\leq 3\%$ fontosság) a VE/100ha és az állami (vö. támogatás) és saját bevételek arányának elhagyása után a Wirtschaftliche Betriebsgrösse és a Leverage (Faktor) attribútumok a leginkább homogén módon fontosak a FH kialakulásának hátterében. Ezeket követik: Vieheinheit és a CF/Flaeche. Közgazdasági és stratégiai szempontból tehát a világos iránymutatást kapnak az érintettek, hogy a jövedelmezőség mérhetőkonysági és termelési iránytól függő kérdés!
3. Minden egyes hasonlóságelemzés kirajzolja a saját lépcsősfüggvények, mely egy fajta eredőjét a 2. pont már bemutatta. Ezen lépcsős függvények alapján eltérő kombinatorikai részletességgel szimulációs terek rajzolódnak ki, melyek alapján bármely üzemről elmondható, milyen FH érték valószínűsíthető ott, akkor is, ha ilyen konkrét variáció még soha nem került megfigyelésre!
4. A részmodellek alapján kirajzolódó potenciális FH-k három karakterisztikus állapotot vehetnek fel a tényleges FH(max)-hoz képest: szignifikánsan kisebb, ill. hasonló, ill. szignifikánsan nagyobb. Azokban a nézetekben, ahol a becsült FH(max) nagyobb, mint a tényleges, ott a rendelkezésre álló adatok vélelmezhetően jól lefedik az ok-okozatiságokat, s itt a jelzett többlet mértékéig növelhető a rendszerek eredményessége az ideálshoz közelebb fekvő input-variánsok elérése révén (vö. szimuláció): vagyis a legjobbak is fejlődhetnek a modellek szerint. Ott, ahol a becsült FH(max) kisebb, mint a tényleges, abból kell kiindulni, hogy adat szinten meg nem értett rel. előnyösségek állnak egyes üzemek kimagasló teljesítményei mögött. Így ezen üzemek a valódi best practice-t jelentik, bár vélelmezhetően egyedi (el nem tanulható, át nem vehető) hatásmechanizmusok alapján. Egyetlen példát kiemelve: az üzemben rendelkezésre álló területek szerinti csoportosításban a két alsó kategória legjobbjai modelltechnikailag nem érthetők meg, míg a legnagyobb üzemek esetén a további növekedés modellezési oldalról logikus és lehetséges!
5. Az üzemek sikerességének valódi vízvázlatzója a vizsgált időszakban egyrészt az állatlétszám 100ha-ra jutó nagyságrendje volt, vagyis az üzem termelési profilja, ami a mindenkor piaci helyzet alapján változhat, ill. adott pillanatban logikusnak mondható. A másik kritikus tényező az állami támogatások bevételek belüli aránya volt: tehát stratégiai szinten az az üzem képes magas jövedelmezőséget biztosítani, mely képes a termelését a rendelkezésre álló támogatási formákhoz optimalizálni. Ami természetesen nem meglepő, de úgy is értelmezendő, hogy a „tervgazdálkodás” indirekt megkerülhetetlensége szemben állhat a szabad piaci (és ökológiai) mechanizmusokkal. Következésképpen a támogatások mikéntje jelentősen torzíthatja/befolyásolja az üzemek szerkezetét, a termékek rendelkezésre állását, az erőforrás-allokációt, s ebből következően a környezeti terhelést. A kibernetikai rendszerek fontosságát kiemelve a mezőgazdaság egy fajta közalkalmazotti szektor, mely a makroszintű tervezés keretében tetszőlegesen befolyásolható jó és rossz irányba:
6. Üzemről üzemre rendelkezésre áll tehát, a potenciális FH és a tényleges saját FH, valamint a modellbecslés viszonya, ill. a becslés hátterében általában és üzem-specifikusan fontos attribútumok hatásmechanizmusa futtatásonként, ill. az egyes futtatások egymáshoz képesti fontossága. Ez nem más, mint egy nagyon komplex ujjlenyomat, ill. IQ-teszt, mely alapján üzemenként több-kevesebb ellentmondással (kockázattal) kijelenthető, mely attribútum milyen irányba módosítandó a nagyobb siker elérését remélve.

1. táblázat

Mutatószámok fontossága (sárga: nagyon fontos,...,fehér nem fontos)

ln	stdb	typ	region
Wirtsch BetrGroesse	Wirtsch BetrGroesse	Wirtsch BetrGroesse	Wirtsch BetrGroesse
LN in ha	LN in ha	LN in ha	LN in ha
AK gesamt	AK gesamt	AK gesamt	AK gesamt
FREMD-AK Besatz Pro 100 ha	FREMD-AK Besatz Pro 100 ha	FREMD-AK Besatz Pro 100 ha	FREMD-AK Besatz Pro 100 ha
Vieheinheiten	Vieheinheiten	Vieheinheiten	Vieheinheiten
Enwirtsch Anteil am Finanzbedarf %	Enwirtsch Anteil am Finanzbedarf %	Enwirtsch Anteil am Finanzbedarf %	Enwirtsch Anteil am Finanzbedarf %
CF zu Fremdkapital %	CF zu Fremdkapital %	CF zu Fremdkapital %	CF zu Fremdkapital %
kurzfr. Fremdkap.anteil %	kurzfr. Fremdkap.anteil %	kurzfr. Fremdkap.anteil %	kurzfr. Fremdkap.anteil %
Eigenkapänd. zu Entnahmen %	Eigenkapänd. zu Entnahmen %	Eigenkapänd. zu Entnahmen %	Eigenkapänd. zu Entnahmen %
kurzfr.Verschuld.quote %	kurzfr.Verschuld.quote %	kurzfr.Verschuld.quote %	kurzfr.Verschuld.quote %
Eigenkapitalquote %	Eigenkapitalquote %	Eigenkapitalquote %	Eigenkapitalquote %
Verschuldungsgrad %	Verschuldungsgrad %	Verschuldungsgrad %	Verschuldungsgrad %
CF zu Fremdkapital %	CF zu Fremdkapital %	CF zu Fremdkapital %	CF zu Fremdkapital %
CF zu Eigenkapital %	CF zu Eigenkapital %	CF zu Eigenkapital %	CF zu Eigenkapital %
CF zu Umsatz %	CF zu Umsatz %	CF zu Umsatz %	CF zu Umsatz %
CF (Cashflow)	CF (Cashflow)	CF (Cashflow)	CF (Cashflow)
CF zu Aktiva %	CF zu Aktiva %	CF zu Aktiva %	CF zu Aktiva %
CF pro AK	CF pro AK	CF pro AK	CF pro AK
CF pro Fläche	CF pro Fläche	CF pro Fläche	CF pro Fläche
DB pro AK	DB pro AK	DB pro AK	DB pro AK
ROI %	ROI %	ROI %	ROI %
GKR %	GKR %	GKR %	GKR %
EKR %	EKR %	EKR %	EKR %
Gewinnrate (Umsatz/Gewinn) %	Gewinnrate (Umsatz/Gewinn) %	Gewinnrate (Umsatz/Gewinn) %	Gewinnrate (Umsatz/Gewinn) %
ROCE %	ROCE %	ROCE %	ROCE %
ROACS %	ROACS %	ROACS %	ROACS %
Lever (Faktor)	Lever (Faktor)	Lever (Faktor)	Lever (Faktor)
CF-Umsatzverdienstrate %	CF-Umsatzverdienstrate %	CF-Umsatzverdienstrate %	CF-Umsatzverdienstrate %
CF zu Bilanzsumme %	CF zu Bilanzsumme %	CF zu Bilanzsumme %	CF zu Bilanzsumme %

Table 1: Importance of indicators (yellow = important, white = not important)

7. Az emberi agy korlátaira mutat rá, hogy tetszőleges mutatószámok esetére érvényes frappáns sablonszövegek kialakítása nem magától értetődő feladat. Minél absztraktabb ugyanis egy mutatószámsor, annál kevésbé lehet operatív szintre lefordítani az egyébként „szám-misztikusan” feltárható összefüggésrendszer következményeit: Pl. a természetes mutatók esetén (pl. munkaerő-felhasználás) kellően operatív megállapítás (figyelembe véve az esetleges egész-értékűségi problémákat) a létszámleépítés, vagy a létszámbővítés előírása a hatékonyabbá válás érdekében. Ellenben mit is kellene akkor tanácsolni, ha csak annyit látunk, hogy hasznos lenne a saját tőke arányát növelni, de ennek számos módja képzelhető el a kreatív könyveléstől a tőkeemelés triviális, de a napi gazdálkodási rutin szintjén éppoly semmitmondó tanácsáig. (A jelen vizsgálatba vont mutatószámok nagyobb része viszonylagos, „manipulált” komponenseket tartalmazó pénzügyi adat, kisebb része operatíván si jól értelmezhető természetes adat.)
8. Az ellentmondások kezelése csak részlegesen automatizálható, hiszen a sablonszövegek olyan minőségi kategóriák, melyeket csak ezek alkotója képes egymáshoz képesti viszonyaik szerint értelmezni. Ellenben: egy előrejelzésre (szimulációra) vonatkozó modellezési sorozat végeredményig való eljuttatásának számítási folyamata teljes mértékben előrelátható, azaz automatizálható. Bármilyen furcsa is: A végső (konzisztens) eredmény azonban nem kell, hogy egyértelmű legyen. Egy-egy felvázolt jövőkép kockázata lehet magas, ill. egymástól eltérő szakmaiságot kifejező jövőképek lehetnek hasonlóan hitelesek adott pillanatban adott adatmennyiség alapján.

KÖVETKEZTETÉSEK

Módszertani ajánlások:

- A gazdálkodók számára az intuitív folyamataik támogatására kialakított feljegyzések konszolidálása bármilyen közös fogalomrendszerhez teremti meg az elemzésekhez szükséges adatvagyon elvi lehetőségét.
- Az adatok anonim és technológiailag kiforrott integrálása biztosítja az elemzések elkészítéséhez szükséges hatékonyságot.
- A mindenkor rendelkezésre álló adatvagyon alapján rész-univerzumokra vonatkozó hasonlóságelemzések készíthetők, melyek értelmezése, s a potenciális részértelmezések ütközésének megadása nehéz, intuitív szakértői feladat.
- Egyes részeredmények közötti ütközések feltárása, vagyis a kockázatok vizualizálása lehet hasonlóságelemzési (vagyis automatizálható) feladat.
- Egy szaktanács végső soron tehát egy (valamilyen kockázatú) sablonszöveg-sorozat, ill. több, hasonló kockázatú párhuzamos értelmezés. Vagyis a mindenkor rendelkezésre álló (saját) üzemi és (anonim) közösségi adatvagyon alapján nem lehet elvárni minden egyes esetben több oldalról is bizonyítottnak látszó, egyértelmű értelmezéseket.
- Abban az esetben, ha egy többretegű elemzés egymással illeszkedő, egymást erősítő fragmentumokból épül fel, ez további „tesztelés nélkül” is hiteles. Azonban ezen rel. tiszta (ellentmondásmentes) értelmezések és a valóság között lehetnek kisebb-nagyobb zavarok, melyek a teljes elemzési folyamat bármely pontjára visszavezethetők (adat, módszer, szakértő).
- A felvázolt lépések alapján egyértelműen kijelenthető, hogy a tanácsadási folyamatok jelenlegi magas ad hoc jellege helyett/mellett a mindenkori adatvagyonok alapján olyan online módon is felkínálható szaktanácsadási szolgáltatások alakíthatók

ki a hasonlóságelemzésekre alapozva, melyek bármely üzem a kiindulási adatvagyonhoz konszolidált adatai alapján a gazdálkodó számára min. a személyes tanácsadási folyamattal egyenértékű (ill. elvileg jobb) eredményességet biztosíthatnak rendszerszinten sokkal olcsóbban és nagyobb biztonságot kínálva az érintetteknek.

- Más megfogalmazásban: az élet minden területén lehetséges a SAKK-AUTOMATAK analógiájára a közösségi tudás egységes interpretációs rendszerekbe kényszerítése – s természetesen kívánatos ezen automaták (a majdani tényekkel szembeni magas beválási arányokat biztosító) versenyeztetése!

Ügyviteli ajánlások:

- Valós (minél magasabb operativitású) attribútumok katalogizálása és ezek (szinonima szintű) lekeresésének biztosítása (online).
- Az elemzésekhez kapcsolható adatvagyonok közösségi kezelése.
- Lekérésre vagy előfizetéses jelleggel, azaz automatikus küldésre alapozó online tanácsadási szolgáltatás felépítése.
- Ennek folyamatos monitorozása és finomítása, ill. a párhuzamos fejlesztések versenyeztetése...

A gazdálkodó számára a fenti ügyrend mellett minden egyes új adat keletkezésekor a rendszer elvileg automatikusan megküldené, mit gondol róla, ill. az üzeméről a szakértők tudását tömörítő algoritmus-rendszer, mely tévedéseit egyrészt az új adatsorok alapján módszertanilag automatikusan javítja, ill. bármikor fennáll a lehetőség stratégiai szintű szakértői beavatkozásra, vagyis a rendszer részleges újraprogramozására.

A szaktanács felvázolt kibernetikus modellje bármekkora és bármilyen minőségű adatvagyon alapján működtethető, bár a kevés és gyenge adatminőség esetén az egyes tanácsok kockázata a rendszer által is felismerten magas lesz. Ilyen rendszertervek alapján lehet érdemben a cikk elején is felvázolt közgazdasági problémát elemezni: a nagy és minőségileg stabil adatvagyon és ennek megosztása, ill. az erre épülő elemzőrendszerek kialakításának költségei és a gazdálkodás jelenlegi szintjéhez képest elérhető jövedelmezőség-javulás, ill. a környezetterhelés hatékonyságának növelése megéri-e rendszerszinten ennek kialakítását/fenntartását? Míg egy információs rendszer fejlesztés várható költségintje viszonylag stabilan becsülhető, addig a hasznosságot érdemben befolyásoló eredményváltozás számos elvi kérdést vet fel: Míg az nem kérdés, hogy az ökológiai tényezők helyesebb bevonása alapján képződő többlethatékonyság társadalmi érték, addig kérdéses, vajon az újszerű újraelosztási folyamatokból következő magasabb szelekciós nyomást, a döntési szabadság részleges csökkenését (vö. tervgazdaság?) társadalmi szinten vajon hogyan élik majd meg az érintettek?

IRODALOM

- Pitlik L., Ruff F. (2008). Konzisztencia-gyár, avagy stratégiai és operatív ajánlások a modellezés automatizálásához, In: MIAÚ No. 115.
http://miau.gau.hu/miau/116/sigma_plrf.doc
- Zilahi-Szabó, M.G. (2005a). Kanzleibenchmarking, In: DStR Heft 44, 1872-1880.
- Zilahi-Szabó, M.G. (2005b). Interne und externe Benchmarking, In: Betriebswirtschaftliche Mandantenbetreuung, Heft 9 1. Teil, 129-135, Heft 10 2. Teil, 258-263
- AKII (2008). <http://www.akii.hu/videkfejl/vallalkelemz/vallalkozaselemzes.htm>

AKII (2006).

http://www.akii.hu/vidékfejl/vallalkelemz/tesztuzemi_info_2006/tesztuzemek_2006.pdf

MIAÚ (2008). http://interm.gtk.gau.hu/lps/olap2/olap_m.php3

EC (2008). http://ec.europa.eu/agriculture/rica/legalbasis_en.cfm#annex2

IAP (2008). <http://www.ilr1.uni-bonn.de/agpo/rsrch/capri/capri-documentation.pdf>

MY-X (2008). <http://my-x.hu>

Pitlik L. (2005): Konzisztencia-alapú jövőkutatási modellek fejlesztése (KJM: OTKA T-049013) In MIAU No.79., <http://miau.gau.hu/miau/79/otkakjm2.doc>

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Pitlik László

SZIE Gödöllő, Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar

Gazdaságelemzési és Módszertani Intézet

2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

University of Gödöllő, Faculty of Economics and Social Sciences

Institute of Business Analysis and Methodology

H-2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

Tel.: 36-28-410-200, Fax: 36-28-410-804

e-mail: pitlik@miau.gau.hu



Elektronika és informatika alkalmazása növényvédő gépeken

Sándor T., Lönhárd M., Takács Zs., Pályi B.

Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Keszthely, Agrárműszaki Tanszék, 8360 Keszthely, Festetics u. 7.

ÖSSZEFOGLALÁS

A biztonságos növénytermelés alapvető feltétele a növényvédelmi műveletek hatékony elvégzése. A növényvédő szerek használatának hatékonysága tovább fokozható a műszaki eljárások továbbfejlesztésével, új korszerű technikák bevezetésével, melyek célja a szerveszteségek csökkentése, a védendő célfelület teljesebb és egyenletesebb fedésének biztosítása. Ennek egyik hatékony eszköze a korszerű informatikai eszközök alkalmazása. Nagymértékű vegyszer-megtakarítást és a környezet terhelésének fokozott csökkentését teszi lehetővé a szélarányos, szabályozott cseppméretű permetezés, a légszákos permetezés, a növényérzékelő permetezők, a szabályozott és helyspecifikus, fertőzés-arányos permetezési rendszerek alkalmazása.
(Kulcsszavak: növényvédelem, alkalmazástechnika, elektronika, informatika)

ABSTRACT

Electronics and information technology applications for plant machinery

T.Sándor, M. Lönhárd, Zs. Takács, B. Pályi

University of Pannonia Georgikon Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Mechanisation,
H-8360 Keszthely, Festetics Str. 7.

The effective plant protection constitutes a basic elements of the economic plant production. Beside even the most modern chemicals new technics and methods are necessary to ensure uniform covering of the crop surface with the chemicals, and by this to decrease yields losses. For these an effective tool is the using of modern informatical devices. Considerable amount of chemicals can be spared and decreasing of environment pollution can be achieved by using of air-assisted sprayers, controlled droplet applications and target sensing techincs and site specific methods by seriousness of the infection.
(Keywords: plant protection, application technique, electronic, information technology)

BEVEZETÉS

A növényvédelmi műveletek során a műszaki eljárások továbbfejlesztésével, új korszerű technikák bevezetésével, a korszerű informatikai eszközök alkalmazásával növelhető a kezelés biztonsága, biológiai hatékonysága, ugyanakkor nagymértékben csökkenthető a felhasznált vegyszerek mennyisége, ezzel a környezet terhelése. Ilyen új technikák a szélarányos, szabályozott cseppméretű permetezés, a légszákos permetezés, a növényérzékelő permetezők, a szabályozott és helyspecifikus, fertőzés-arányos permetezési rendszerek. Munkánkban ezeknek az új technikai eljárásoknak és elektronikai hátterének áttekintése mellett bemutatjuk a növényvédőgépek

alkalmazástechnikai paramétereinek ellenőrzésénél alkalmazott, tanszékünkön továbbfejlesztett számítógépes mérési, értékelési módszereket.

Helyspecifikus kijuttatás

Dózisszabályozók

Az *elektronikus dózisszabályozók* alkalmazásával elkerülhető a permetlé túl- vagy aluladagolása, esetenként 30%-os vegyszermegtakarítás érhető el (1. ábra). Az elektronikus dózisszabályozók szabályozási jellemzőinek vizsgálatára tanszékünkön laboratóriumi mérőpadot alakítottunk ki, melyen a kiválasztott dózisértékeknel meghatározhatjuk a szabályzó berendezések tipikus függvényeit különböző sebességváltozásokat figyelembe véve, függetlenül attól, hogy ezek egy sebességfokozaton belül, vagy sebességváltáskor lépnek fel.

1. ábra

Dózisszabályzó mérőpad

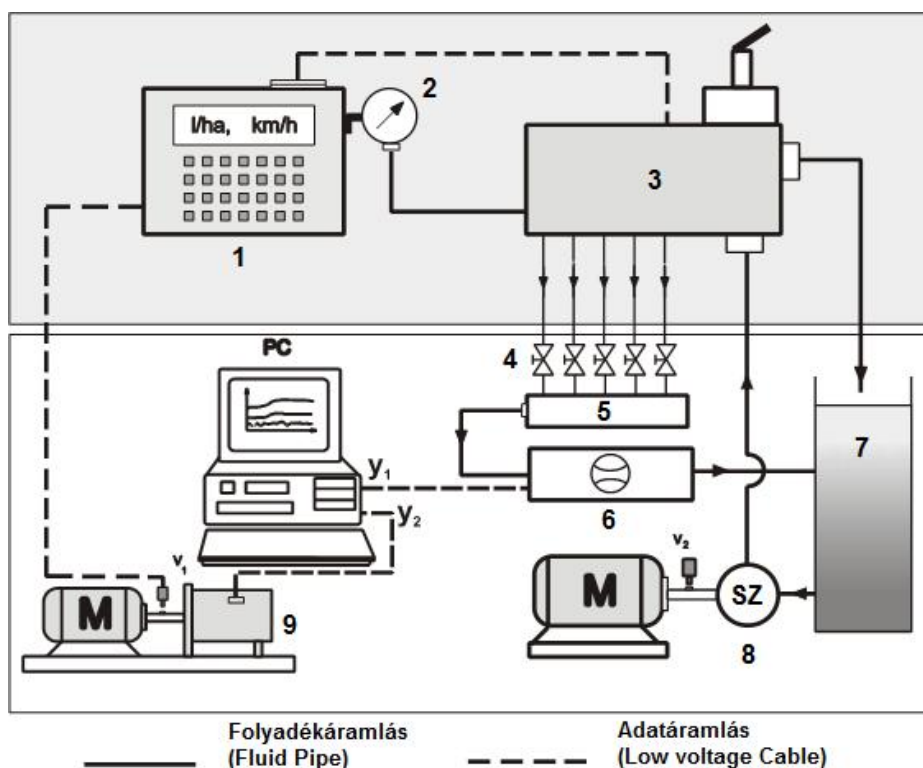


Figure 1: The dosage regulating and measuring apparatus

Electronic control(1), Pressure gauge(2), Control unit with integrated flowmeter(3), Needle valve(4), Collector(5), Flowmeter(6), Liquid container(7), Pump(8), Tachogenerator(9)

A vizsgálópad részei:

- szivattyú fokozatmentesen szabályozható motorral (8) az armatúra folyadékellátásához,
- sebességszimulátor (9),
- gyűjtőcső (5), amely összegyűjti a feltételezett szántóföldi permetezőgép szórókeret szakaszain a kipermetezett folyadékot (az armatúra (3) és a gyűjtőcső közé épített tűszelepek (4) teszik lehetővé az egyes szórókeret szakaszoknak a szórófejek feltételezett darabszámának és méretének megfelelő áramlási keresztmetszetek beállítását),
- személyi számítógép, amely az átfolyásmérő (6) és a sebességszimulátor, vagy a hajtómotor által adott jeleket az idő függvényében ábrázolja.

A *dinamikus jellemzők* vizsgálatánál a sebességszimulátor, ill. a szivattyú fordulatszámának változtatásával 1,5-2-2,5 m/s sebességet szimulálva, 300 l/ha dózist beállítva, víz mérőfolyadékkal az üzemeltetési állapot változásai hozhatók létre: a) permetezés be- és kikapcsolása; b) sebességváltozások: -egy sebességfokozaton belül; - sebességváltáskor c) keretszakaszok kapcsolása. A *statikus jellemzők* vizsgálatánál állandó haladási sebességet és TLT-fordulatszámot szimulálva vizsgáljuk: d) ugyanazon dózisértékek ismételt beállítását; e) az átfolyásmérő pontosságát. A személyi számítógép által felrajzolt időfüggvényekből meghatározható a felsorolt állapotváltozásokat jellemző szabályozási idő és a dózis névlegestől való eltérése.

GPS a növényvédelemben

A precíziós mezőgazdaság feltételrendszerét a következő három elem jelenti: a folyamatos, nagy pontosságú helymeghatározás, a térinformatikai eszközök és az automatizált terepi munkavégzés. A táblák egyes pontjain mérni kell a változó tényezőket, így esetünkben a gyomborítást vagy gyom darabszámot. Ahhoz, hogy a kezeléskor később ezekre a pontokra visszatérjünk szükséges a pontos helymeghatározás. Ma ezt a GPS rendszer segítségével valósíthatjuk meg.

A GPS (Global Positioning System, Globális helymeghatározó rendszer) ma már gyakorlatilag mindenki által hozzáférhető műholdas navigációs rendszer. A GPS-t az USA Védelmi Minisztériuma megrendelésére eredetileg katonai felhasználásra tervezték, azonban felismerve a polgári alkalmazás lehetőségét, egy egész iparág alakult ki a vevőkészülékek fejlesztésére és gyártására, ezért ma már a polgári felhasználók köre egyre gyorsabban növekszik. Olyan rendszert szándékoztak megvalósítani, amely a műholdak ismert pozícióiból távolságokat határoz meg ismeretlen helyzetű földi, légi és tengeri pontokra. A GPS abszolút pontossága kezdetekben 15-20 m, ami navigációs célokra alkalmas volt, de a precíziós mezőgazdaság ennél nagyobb, min. 3-5 m pontosságot követel, ami a differenciális méréssel növelhető, amely során ismert ponthoz képest határozzuk meg az ismeretlen ponton álló vevő pozícióját. Ez a differenciális GPS (DGPS) technológia, amelynek pontossága drága geodéziai műszereknél akár cm-es is lehet. Az amerikai GPS mellett három másik helymeghatározó rendszert is kidolgoztak, nevük GLONASS (fejlesztő: Védelmi Minisztérium, Oroszország), EGNOS (DGPS) és Galileo (fejlesztő: ESA, Európai Unió), melyek alternatív lehetőséget nyújtanak a jövőben.

A párhuzamosan vezető rendszer egy a GPS alkalmazások sorában. A rendszer lehetővé teszi, hogy a táblán felvett két bázispont alapján, a beállított munkaszélességnek megfelelően a gépcsoport bázispontok által meghatározott iránnyal párhuzamosan haladjon (2. ábra).

2. ábra

Párhuzamosan vezető rendszer sematikus felépítése

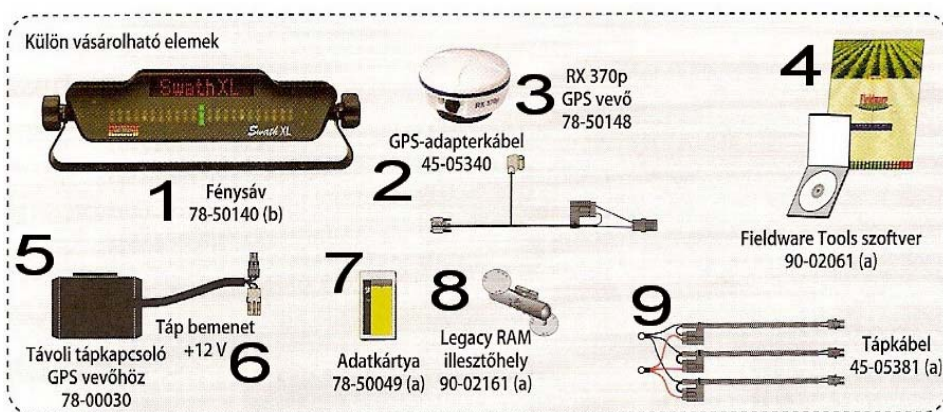


Figure 2: Schematic overview of a parallel guidance system

Lightbar(1), GPS Adapter Cable(2), RX370p GPS Receiver(3), Fieldware Tools Software(4), Remote Power Switch for GPS Receiver(5), Power In +12V(6), Data Card(7), Legacy RAM Bracket(8), Power Cable(9)

Ennek a rendszernek a továbbfejlesztett változata a támogatott kormányzás (FieldPilot). A gépvezérlés, a szórósszabályozás és még a szórócső szakasz be/ki állapotának kezelése is automatikus. Így a kezelő figyelhet más kritikus funkciókra, pl. a szórócső magasságra, a megfelelő szóróképre, a jármű sebességére és a tartály vagy az adagoló állapotára. Minden funkció vezérlése egyetlen konzollal és egyszerű, intuitív kezelőeszközökkel történik. A gép teljes automatizálásához a rendelkező funkció integrálja az automatikus szórócsőszakasz vezérlést a sorvégi, és különösen a pontsorok végeinek igen nagyfokú pontossága érdekében. Valahányszor egy permetezőszakasz egy már korábban kezelt területre ér, automatikusan kikapcsol. A kevesebb területi átfedésből eredően vegyszer-megtakarítás érhető el. A korszerű DGPS-k pontossága 5–25 cm is lehet (3. ábra).

GIS alapú növényvédőszer kijuttatás

A térinformatika – angol rövidítése GIS – azt a lehetőséget kínálja, hogy egy kezelési egységet digitális légi felvételek és műholdképek segítségével részletesen lehet ábrázolni. Ezen információk és más adatok (például a növényvédő szerek alkalmazásakor) összekötésével a térinformatika teljesen új perspektívákat nyit ahhoz, hogy a növényvédelmi intézkedés során eredő kockázatokat felmérni és csökkenteni lehessen. A GIS rendszer alkalmas, a GPS és a digitális képfeldolgozás segítségével, gyomtérképek készítésére is, mely segíti a helyspecifikus növényvédelmet. Ezt a módszert offline (utófeldolgozáson alapuló) gyomérzékelési eljárások közé soroljuk. Ilyenkor az adott területről digitális légi felvétel készül (teljes felület reprezentálás), amely egy képfeldolgozó szoftverrel kiértékelésre kerül, majd egy digitális térképre (georeferált) konvertálva, gyomtérkép állítható elő (4. ábra).

Ez a térkép a permetezőgép fedélzeti számítógépébe táplálva, a GPS koordináták alapján, pontosan ott permetez, ahol a gyom észlelésre került, így csökkenthető a kijuttatandó növényvédő szer mennyisége.

3. ábra

FieldPilot sematikus felépítése növényvédő gép esetén

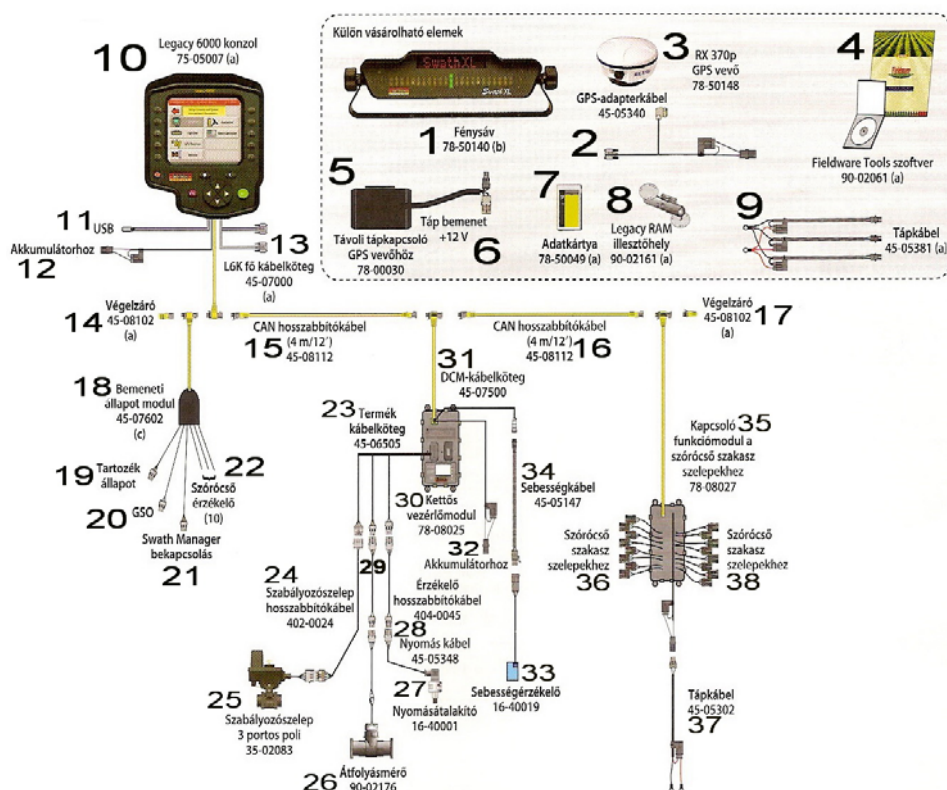


Figure 3: Schematic overview of FieldPilot on a plant protection sprayer

Lightbar(1), GPS Adapter Cable(2), RX370p GPS Receiver(3), Fieldware Tools Software(4), Remote Power Switch for GPS Receiver(5), Power In +12V(6), Data Card(7), Legacy RAM Bracket(8), Power Cable(9), Legacy 6000 Console(10), USB(11), To Battery(12), L6K Main Harness(13), Terminator(14), CAN Extension Cable(15)(16), Terminator(14 and 17), Input Status Module(18), Implement Status(19), GSO(20), Swath Manager Engage(21), Boom Sense(22), Product Harness(23), Regulating Valve Extension Cable(24), Regulating Valve 3-Port Poly(25), Flow Meter(26), Pressure Transducer(27), Pressure Cable(28), Sensor Extension Cable(29), Dual Control Module(30), DCM Harness(31), To Battery(32), Speed Sensor(33), Speed Cable(34), Switch Function Module(35), To Boom Section Valves(36), Power Cable(37), To Boom Section Valves(38)

4. ábra

Gyomtérkép egy adott táblán

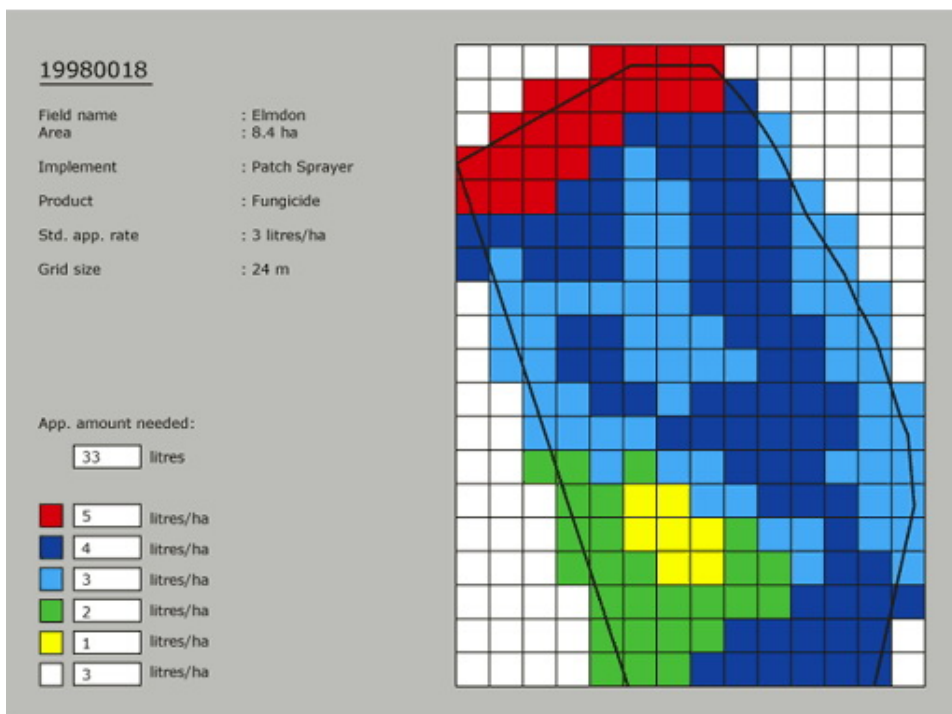


Figure 4: Weed cover map of a field

Napjainkban a kémiai növényvédő szerek csak szigorú feltételek mellett engedélyezettek, hogy a környezeti kockázatokat minimalizálják. Ez azt jelenti, hogy a kijuttatás során bizonyos távolságokat (ütközési zónák) kell tartani a veszélyeztetett biotópok (élővizek) közelében, hogy az elsodródásból (drift) eredő környezeti terhelést elkerüljék. Ezek a távolságok szerfüggőek és több mint 100 méteres távolságig változhat nagyságuk. Ezen feltételek megsértése pénzbírsággal jár, ellenőrzése a tartományok (megyék) növényvédelmi intézeteinek feladata. GIS adatok segítségével kategorizálni lehet a mezőgazdasági területeket a növényvédelem alkalmazása során veszélyeztetett élővizek és biotópok szerint (5. ábra). A számítások raszter cellák alapján történnek. Ehhez a mezőgazdasági területeket 5×5 méteres cellákra osztják fel. Mindegyik cellához megadott GIS funkciók segítségével megállapítják a legközelebbi élővízhez viszonyított távolságot. Ezek egy egyszerű GIS bázist biztosítanak a fedélzeti számítógépnek a növényvédő gép irányításához.

GPS által meghatározzák a szóró keret pontos helyét és a távolságot pedig a felhasznált szer vonalkódja alapján állapítják meg (automatizálás), így a szórófejeket a távolság információknak megfelelően ki és be lehet kapcsolni. Viszont ezekkel az információkkal a GIS rendszer lehetőségei még nincsenek kimerítve. Ha a cellák távolsága az alap és figyelembe vesszük az élővizek távolságát is, akkor a növényvédő szer jellemzői alapján elsodródási (drift) korrekciót is végrehajthatunk.

5. ábra

Digitális tájegységmodell

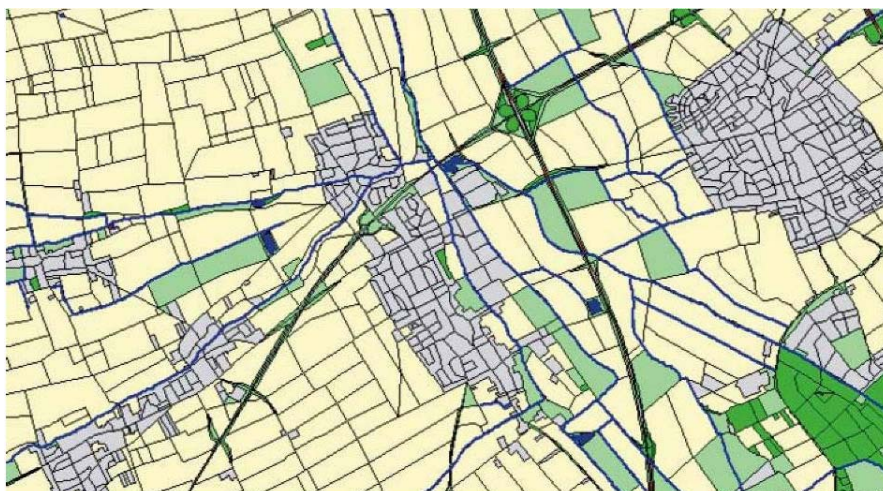


Figure 5: Digital model of a landscape unit

A múlt évben üzembe helyezték a Pannon Egyetem – Georgikon Mezőgazdaság-tudományi Karán a Georgikon GNSS (GPS, Glonass, és Galileo) bázisállomást. Az állomás GPS pontosító adatokat szolgáltat (egyebek közt) RTK 2.1 (DGPS), RTK 2.3, és RTK 3.0 formátumokban. A pontosítás 50km sugarú körön belül nagy hatékonysággal használható. Az online (terepi) és offline (utólagos) geodéziai szintű (akár cm-es pontosságú GPS koordináták) pontosítása tekintetében ki tudja szolgálni 95-99% integritással.

Közvetlen hatóanyag-adagolás

A mai informatikai eszközökkel a *helyspecifikus kezelés* egyszerű megoldása a hatóanyagok közvetlen adagolása, a helyi gyomborítottságnak megfelelő hatóanyag sebességarányos kijuttatása. A központi egység a haladási sebességnek megfelelően adagolja a kiválasztott hatóanyagot a vívfolyadékba.

Növényérzékelős permetezés, valós idejű kijuttatás

A valós idejű (real-time) kijuttatás alapfeltétele a célpont érzékelése és felismerése, valamint gyors helyszíni adatfeldolgozás és pontos vegyszerkijuttatás. A célpont érzékelése többféle módon történhet, visszavert fény hullámhossza, infravörös érzékelés vagy valós képalkotás segítségével. A Multi-sensor rendszer felépítése valamivel bonyolultabb. Itt a szántóföldi szórókeretre minden szórófej elé növény-érzékelőt és mágnes-szelepet szerelnek, valódi képalkotás még nincs, a működés fotodiódák segítségével, meghatározott (gyomnövényre jellemző) hullámhosszú visszavert fény vezérlőjelként való felhasználásán alapul (7. ábra).

A haladási sebesség hatásainak kiküszöbölését radarjel felhasználásával oldják meg. Az összes érzékelő és beavatkozó eszköz egy a gépen kialakított speciális helyi hálózaton kommunikál egymással, és a vezetőfülkében elhelyezett vezérlő-monitorral és adatgyűjtővel (8. ábra).

6. ábra

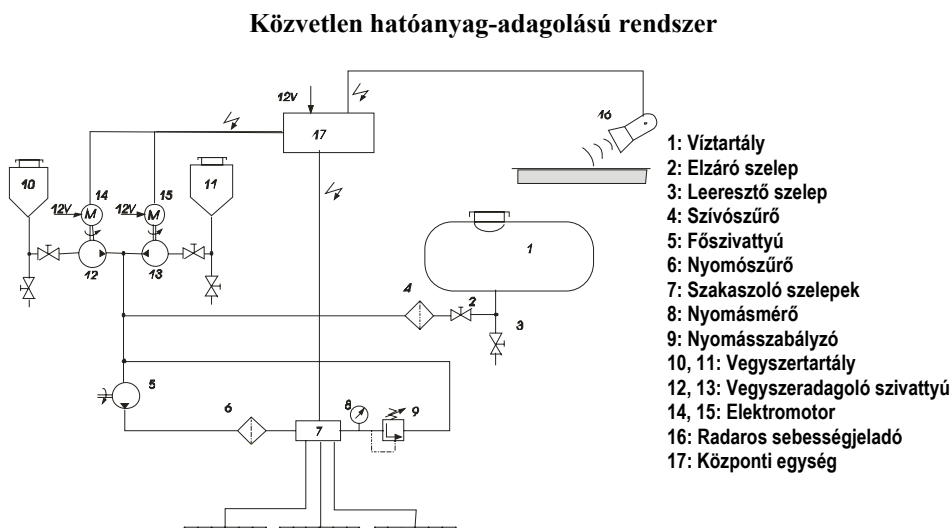


Figure 6: On-line pesticide feeding

Water tank(1), Cut-off valve(2), Drain valve(3), Suction filter(4), Main pump(5), Pressure filter(6), Sectional valve(7), Manometer(8), Pressure regulator, (9) Pesticide tank(10)(11), Feeder pumps(12)(13), Electromotor(14)(15), Speed signal radar(16), Central unit(17)

7. ábra

Multi-sensor rendszer informatikai hálózatának vázlata és az egyedi növény érzékelők

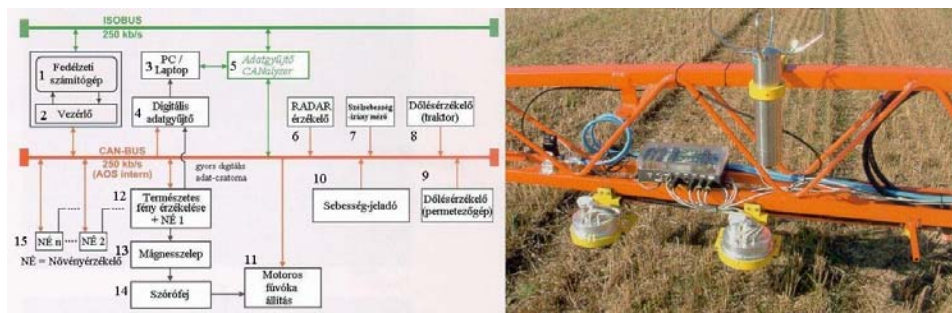


Figure 7: Schematic overview of the electronic net of the multi-sensor system and individual plant sensors

Board computer(1), Controller(2), PC/Laptop(3), Digital logging system(4), CanAnalyser logging system(5), Radar sensor(6), Anemometer(7), Heeleng sensor (tractor) (8), Heeleng sensor (sprayer) (9), Velocity signal(10), Automatic nozzle setting(11), Daylight sensing + Target Sensor(12), Magnetic valve(13), Nozzle(14), Target sensors(15)

8. ábra

Valós idejű permetezés vezérlésének sematikus rajza

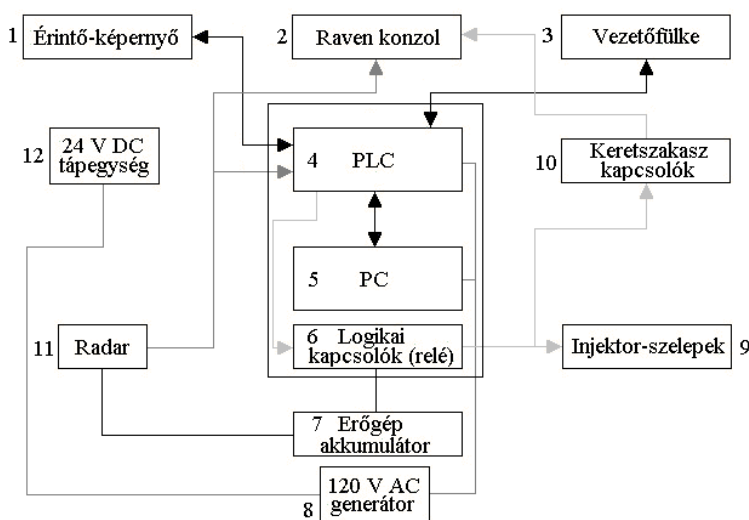


Figure 8: Schematic overview of the real-time control

Touchscreen(1), Raven Console(2), Operator box(3), PLC(4), PC(5), Solid state relays(6), Truck battery(7), 120 V AC generator(8), Valve tower(9), Boom switches(10), Radar sensor(11), 24 V DC power supply(12)

Napjaink technikája alkalmas már az akár 15×15 cm-es mezők kezelésére is. A gépsor elején elhelyezett kamera egy meghatározott méretű sávról felvételt készít, ami a vezetőfülkében található számítógépbe kerül adatfeldolgozás céljából. Ezen a számítógépen Windows NT alapú operációs rendszer fut, feladata a pillanatnyi gyomtérkép elkészítése és megjelenítése a vezérlőpanelen, valamint a kommunikáció fenntartása a kijuttatást vezérlő PLC-vel (Programmable Logic Controller). Az egységek között ethernet kapcsolat van kiépítve (8. ábra). Az adatfeldolgozásnak és továbbításnak kellően gyorsnak kell lennie a hidraulikai rendszer időkésedelmiei miatt, valamint igazodnia kell a változó menetsebességhez is. A PLC egység mágnes-szelepeket vezérel, amely közvetlenül a szórófejek előtt van elhelyezve. A fűvókák egyedileg be- és kikapcsolhatók, a gyomtérképen mindig ugyanarra a mezőre permeteznek. A rendszer hidraulikai köre sem hagyományos. Nincs előre bekevert permetlé, hanem tömény vegyszer befecskendezésével, változó koncentrációval történik a kijuttatás. Ehhez pontos folyadék-áram mérésre van szükség, amit egy Raven SCS-700 típusú átfolyásmérővel valósítanak meg. Az akár négy különböző injektált vegyszer mennyiségét a központi számítógép határozza meg a haladási sebességből és a gyomosodás mértékéből (Gillis *et al.*, 2003.).

Különböző növényérzékelők és a képalkotás együttes használata lehetővé teszi teljesen automatikusan működő permetezőgépek alkalmazását is. S.I. Cho és N.H. Ki koreai kutatók fejlesztése szerint a „gépi látás” ilyenkor meghatározza a növényvédőgép haladási irányát, a permetezési művelet idején pedig ultrahangos érzékelők segítségével „ismerik fel” a célfelületeket (9. ábra).

9. ábra

Vezető nélküli permetezőgép képkalkotása és feldolgozása a haladási irány meghatározásához

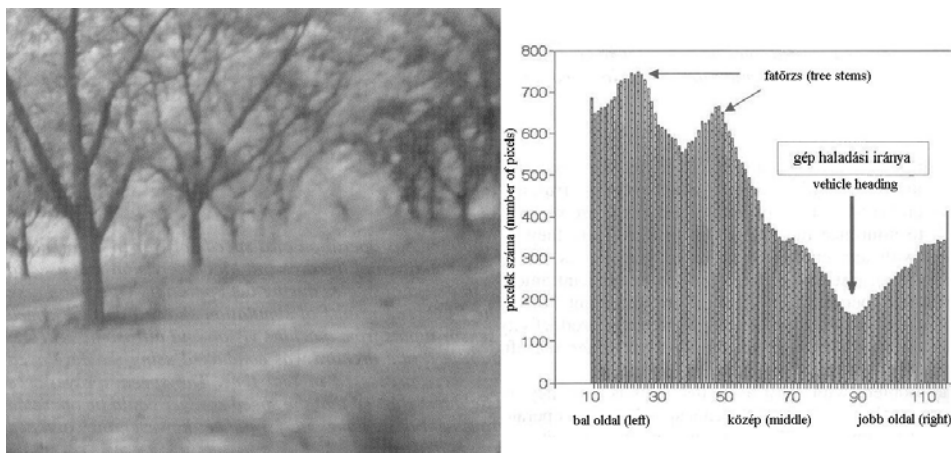


Figure 9: Machine vision and image processing to determine moving direction of an autonomous sprayer

A teljesen automatizált gépeken azonban nem mindig elegendő a szokványos *igen* és *nem* (illetve *ki* és *be*, vagy 1 és 0) értékekkel való vezérlés, hanem - fuzzy logikával - közbülső „valóságértékekkel” is számolni kell, mint például 0,5 (félíg-meddig), 0,2 (kicsit), 0,8 (eléggé). A vezérlő rendszer fő részei a kamera, ultrahangos érzékelők, FLC (Fuzzy Logic Controller), és a hidraulikus rendszerű hajtás ill. kormányzás. A „látásért egy fekete-fehér CCD kamera felel, ami 512x512x8 pixeles felbontásban szolgáltat adatokat egy képelemző szoftvernek. Ez a kamera a gép elején középen van elhelyezve. A továbbított adatok 128x128 pixeles képek formájában kerülnek feldolgozásra. A digitalizálás után egy hisztogram készül (9. ábra) az adatokból, melynek segítségével az FLC meghatározza az optimális haladási irányt, és beavatkozó jelet küld a hidraulikus meghajtásnak. Az adatfeldolgozás a mérések szerint egy szabványos IBM PC 486 számítógépen 1,2 másodperc. A gép elülső szélein felül elhelyezett ultrahangos szenzorok feladata a növényzettől való távolság felmérése, a hátsó sarkokra telepített szenzoroké pedig a (korábbról már ismert) lombzat érzékelése és a jobb ill. bal oldali keretágak kapcsolása. Az FLC vezérlőjeleit egy Intel 8255 típusú periféria vezérlőt és reléket tartalmazó nyomtatott áramköri elem alakítja át (S.I. Cho, 1999).

Veszteségek csökkentése

Nagymértékű vegyszer-megtakarítást és a környezet terhelésének csökkentését teszi lehetővé a sebességarányos vegyszerkijuttatás, a szélarányos, szabályozott cseppméretű permetezés és a légzsákos permetezés.

Szélarányos permetezés

Az aktív injektoros - levegőt nyomással a permetező fúvókatestbe juttató – eljárás felhasználásával fejlesztették ki a *szélarányos cseppképzési rendszert* (10. ábra).

10. ábra

Szélarányos cseppképzési rendszer modellje

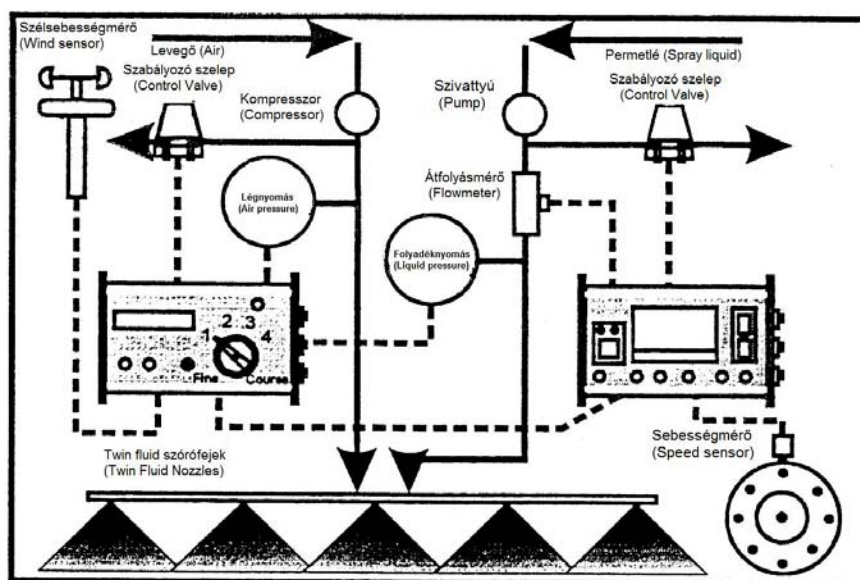


Figure 10: Model of wind-related droplet production

A permetezőgépen kanalas szélességmérőt helyeznek el, innen az információ számítógépbe kerül, amely a mért adatok alapján meghatározza az elsodródás elkerülésére alkalmas cseppméretet, és ennek megfelelően ad parancsot a permetlé és a levegő nyomásának beállítására.

A rendszer előnyei:

- közel állandó cseppméret biztosítható széles dózis- és sebességtartományban
- megakadályozza a permetecseppek érintkezését a felszíni vizekkel és a szomszédos kultúrákkal
- csökkenthető a permetlé felhasználás, ezáltal nagyobb területteljesítmény érhető el

Légzsákos permetezés

A szántóföldi kultúrák védelmének eredményesen alkalmazott *légzsákos permetezés*nél a szórófejek felett elhelyezett tömlőből légáram lép ki, és a cseppeket a célfelületre szállítja. Szabályozott a levegő mennyisége, sebessége és iránya, így 5-6 m/s szélesség mellett is megfelelően lehet védekezni (11. ábra).

Permetecseppek mikroeloszlási jellemzőinek képelemzéses vizsgálata

A növényvédő szerekek végzett permetezés hatékonyságát befolyásolja a szórószerkezeteket elhagyó permetecseppek méret szerinti eloszlása. Az ideális csepptartományt, melyet a szórás mikroeloszlási paramétereivel (cseppnagyság, cseppszám, fedettség, cseppméretek homogenitása, hatóanyag eloszlás) értékeljük, a cseppméretek optimalizálásával biztosíthatjuk. A mérések történhetnek közvetlenül a szórás kép vizsgálatával vagy mintavételezés alapján (12. ábra).

11. ábra



Figure 11: Air-assisted spraying

12. ábra

**TX ConeJet VK 26 szórófej állománypermetezéskor felvett
vizérzékeny papíros mintái**

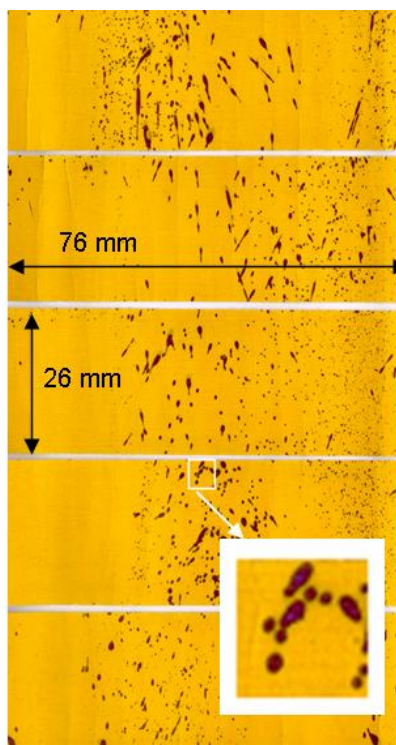


Figure 12: Water sensitive paper sample used at investigation of a TX ConeJet VK 26 type nozzle at work

Közvetlen szórásképvizsgálattal torzításmentes, valóságos, többnyire reprodukálható mérési adatokat kapunk. Alkalmazható mérési módszer a kép érzékelése, mérése, kiértékelése egy folyamatban: lézertechnika + elektro-optikai rendszer + számítógép együttes alkalmazásával. A *mintavételezéses vizsgálatoknál* jelzőanyaggal színezett vizet szilikonolajba permetezzük, az olaj felületén lévő cseppek mérését és értékelését képelemző berendezéssel végezzük. Állománypermetezés eloszlási jellemzőinek mérésénél vízérzékeny papírt, filmmintákat, vagy valóságos levélmintákat használunk. A cseppjellelmezők meghatározása számítógépes képelemző rendszerrel vagy fedettségmérő műszerrel, a hatóanyag mennyiségének mérése spektrofluoriméterrel történik.

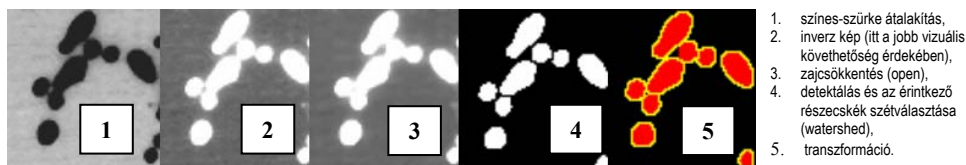
Az elmúlt években a hagyományos réses és cirkulációs szórófejek mellett a mechanikus cseppképzésű forgótárcsás CDA szórófejek és ezek burkolt változatán, injektoros szórófejek, valamint ferde porlasztási szögű kalászspermetező szórófejeket végeztünk vizsgálatokat. A cseppstruktúra meghatározására a szórófejek különböző beállításai mellett (fordulatszám ill. porlasztási nyomás) vízérzékeny papíros mintavételezéssel a következő modulokból felépülő képelemző rendszert használtuk:

- adatbevitel: laboratóriumi mérések egyedi cseppstruktúra vizsgálatánál, SONY CCD monocrom videokamera modul és Computar TEC-M55 F2,8 objektívet, az üzemi szintű sorozat mérések fedettség, cseppszám és hatóanyag eloszlás vizsgálatánál 600dpi fizikai felbontású HP ScanJet 6100C lapscanner
- kommunikáció a kamera és a program között: Fidelity 200-as grabberkártya
- képelemzés: GLOBAL LAB Image képelemző szoftver
- kiértékelés: az egyedi vizsgálati feladatokhoz illesztett Windows Excel programok.

A képelemzés folyamatának első lépése a vízérzékeny papírokon felfogott permetcseppek (12. ábra) képének érzékelése. Az optikai nagyítás utáni kameraképet egy grabber kártyán keresztül a képelemző programban rögzítjük. Mivel a kamera véges számú (640x480) képpont érzékelésre képes, a mérés pontosságának érdekében a nagyítás mértékét a cseppméretekhez igazítjuk. A fedettség vizsgálatára a 600 dpi felbontású lapszkennerről rögzített képek megfelelnek a kívánt méréspontosságnak, továbbá ez a képrögzítési módszer jelentősen lerövidíti az adatbevitel folyamatát. A képek rögzítésének módjától függően a feldolgozás történhet 256 szürke árnyalatú (8 bit-es) képen, vagy színes képen, ahol az egyes színsáv kombinációkhoz egy-egy szűrkeségi értéket rendelünk. Az így kapott átalakításokkal a minták sárga háttére viszonylagosan jól elkülöníthető a permetcseppek sötétebb foltjaitól. Szegmentálás ill. detektálás után a képeket előkészítettük a mérésre. Az előkészítés folyamatnak néhány lépését mutatja a 13. ábra.

13. ábra

Az előkészítés folyamatának néhány lépése



1. színes-szürke átalakítás,
2. inverz kép (itt a jobb vizuális követhetőség érdekében),
3. zajcsökkentés (open),
4. detektálás és az érintkező részeket szétválasztása (watershed),
5. transzformáció.

Figure 13: Some steps of the preparation

Color to gray transformation(1), Inverse picture (easier to follow visually)(2), Noise reduction(3), Detection and watershed(4), Transformation(5)

Kalibrálás után a képek transzformációjával kapott adatok kiértékelését a vizsgálati feladatokhoz készített Excel programokkal végezzük. A felfogott terült cseppek felületéből visszszámoljuk a valós a porlasztót elhagyó átmérőjüket, majd az átmérők függvényében ábrázoltuk a méret szerinti sűrűség függvényüket, valamint logaritmikus diagramban a darabszám és térfogatszerinti kumulált gyakoriságukat. A porlasztás legfontosabb jellemzői a diagramból leolvashatók (14. ábra).

14. ábra

**A Micron X1 mechanikus tárcsás szórófej
n=4140 1/min fordulatszámához tartozó cseppstruktúrája**

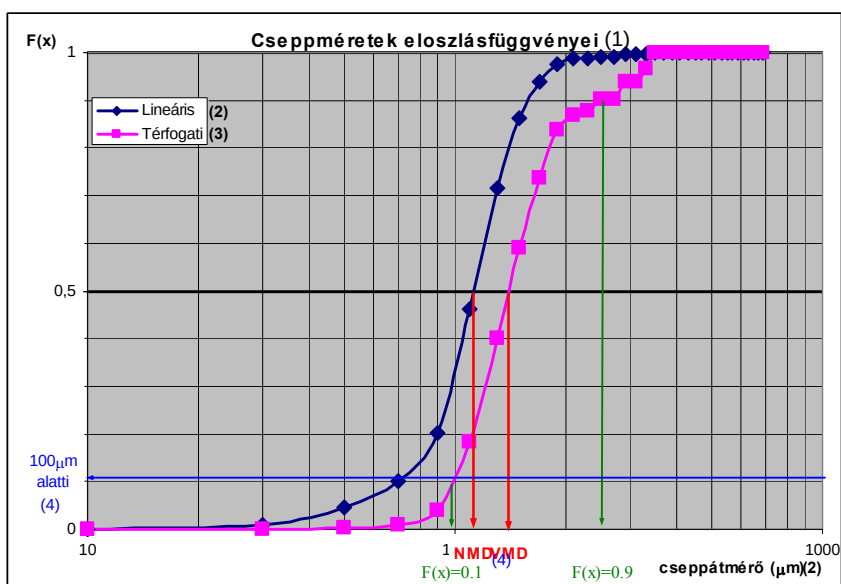


Figure 14: Droplet structure by a rotation nozzle of type Micron X1 at rpm $n=1410$ 1/min

Cumulative distribution function of droplet size(1), Linear(2), Volumetric(3), Frequency below 100 μm (4), Droplet size(5)

KÖVETKEZTETÉSEK

A növényvédelmi műveletek hatékonyságának, biztonságának növeléséhez elengedhetetlen a műszaki eljárások továbbfejlesztése, új korszerű technikák bevezetése, melyekkel csökkenthetők a veszteségek, biztosítható a célfelület jobb és egyenletesebb fedése. A korszerű informatikai lehetőségek kihasználásával lehetővé vált a szélarányos, szabályozott cseppméretű permetezés, a légszákos permetezés, a növényérzékelő permetezők, a szabályozott és helyspecifikus, fertőzés-arányos permetezési rendszerek alkalmazása.

Az aktív injektoros - levegőt nyomással a permetező fúvókatestbe juttató – eljárás felhasználásával fejlesztették ki a szélarányos cseppképzési rendszert, amelyenél a

számítógép a mért szélesség adatok alapján meghatározza az elsodródás elkerülésére alkalmas cseppméretet, és ennek megfelelően ad parancsot a permetlé és a levegő nyomásának beállítására. A permetlé dózisa 100-200 l/ha-ra csökkenthető, 4-5 m/s szélességnél is biztonságos a védekezés. A légszákos permetezésnél a szórófejek felett elhelyezett tömlőből légáram lép ki, és a cseppeket a célfelületre szállítja. Szabályozott a levegő mennyisége, sebessége és iránya, így 5-6 m/s szélesség mellett is megfelelően lehet védekezni.

A helyspecifikus kezelésnek több megoldása van. Az infravörös vagy ultrahangos növényérzékelőkkel felszerelt ültetvénypermetezők a lombzat hiányában szelepek segítségével zárják a szórófejeket, így csak ott történik permetezés, ahol ténylegesen van lombzat. Gyomtérkép készítésénél felhasználható a műholdas GPS helymeghatározó rendszer, majd a permetezés ennek irányításával végezhető el. A helyspecifikus permetezés megoldható a fertőzés közvetlen megfigyelésével, kamerákkal és más érzékelőkkel is. A termesztett növények és a gyomfélések megkülönböztetése révén lehetőség van a fertőzés nagyságának megfelelő vegyszeradagolásra több fűvoka befogadására alkalmas szórófej testek felszerelésével is, a fűvókák egyenkénti vagy együttes működtetésével a fertőzöttségnek megfelelően kívánt permetlé mennyiség automatikus beállításával.

IRODALOM

- Cho, S.I., Ki, N.H. (1999): Autonomous Speed Sprayer Guidance Using Machine Vision and Fuzzy Logic, Transactions of the ASAE, 1999/4, 1137-1143. p.
- Csizmazia Z. (2006): A növényvédelem gépei, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 114. o.
- Gillis, K.P., Giles, D.K., Slaughter, D.C., Downey, D. (2003): Injection Mixing System for Boomless Target-Activated Herbicide Spraying, Transactions of the ASAE, 2003/4, 997-1008. p.
- László A., Pályi B., Mátrai Z.: Precíziós (szabályozott, helyspecifikus) növényvédelmi kijuttatástechnika. XL. Georgikon Napok Keszthely, 1998. 09. 24-25., Különkiadvány III. köt. 267.-271. p.
- Koller, M., Thomas Lanini, W. (2005): Site-specific herbicide applications based on weed maps provide effective control, California Agriculture 2005. 3. 182-187. p.
- Pályi, B., László, A., Rietz, S., Ganzelmeier H. (2006): Comparison of Electronic Control Units for Field Sprayers. Georgikon for Agriculture, Keszthely 16. 1. 2006. 55-75. p.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Sándor Tamás

Pannon Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar

Agrárműszaki Tanszék

8360 Keszthely, Festetics u. 7.

University of Pannonia Georgikon Faculty of Agriculture

Department of Agricultural Mechanisation

H-8360 Keszthely, Festetics Str. 7.

Tel.: 36-83-545-000/5092 Fax: 36-83-545-310

e-mail: st@georgikon.hu



Az SFD mérésként való alkalmazhatósága a burgonyanemesítési kutatásokban

Csák M., Hegedűs G.

Pannon Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar, Gazdaságmódszertani Tanszék, Informatikai csoport,
8360 Keszthely, Deák F. u. 57.

ÖSSZEFOGLALÁS

A spektrális fraktál dimenzió (SFD), mint egy adott digitális képre jellemző mutató, meghatározása több kutatási módszerben jelent meg (EMOR /Egzakt Minősítő és Osztályozó Rendszer/ kutatási program (IKTA-00101/2003). Ezekben a kutatásokban, azonban nem került sor az SFD értékét befolyásoló tényezők vizsgálatára. A kutatások során azt tapasztaltuk, hogy ezen funkcionál értéke meglehetősen érzékeny a tárgy felvételezésének körülményeire. A vizsgálat célja meghatározni, hogy az érték a felvételezés körülményei közül: milyen környezeti paraméterre érzéketlen, és milyen változáshoz tudunk érték-transzformációs szabályt felírni. Ennek megfelelően elvégeztük a felvételezés legfontosabbnak ítélt körülményeinek (megvilágítás intenzitása, diffúz és irányított megvilágítás, csillogás, képfelbontás, spektrális változás) vizsgálatát. A mérési eredmények igazolták az előzetes várakozásokat az összes megvizsgált tényező tekintetében. Az egyes tényezők értékének változása magával vonta az SFD értékének változását is, melyeket – a mérési eredmények alapján - tapasztalati korlátok közé szorítottuk. Egyelőre csak az intenzitás-korrektíós függvényre találtunk egy viszonylag durva közelítést, a többi esetben további kutatás reményeink szerint eredményt hozhat, mellyel a felvételezést nagyobb mértékben függetleníteni tudnánk a körülményektől, így a definiálandó mérési eljárás feltételeinek biztosítása egyszerűbb lenne. Összefoglalóan az eredmények azt mutatják, hogy amennyiben a burgonyanemesítési kutatásokban alkalmazni szeretnénk az SFD-t a fajta genetikai elkülönítésére, az objektív fajtaérték-meghatározásra, automatikus elemzési, minősítési folyamatok gyakorlati megvalósítására, úgy, jelenleg, csak jól meghatározott felvételezési körülmények között tehetjük ezt.
(Kulcsszavak: Spektrális Fraktál Dimenzió, SFD, képanalízis)

ABSTRACT

The SFD opportunity of applicable in a potato improvement research

M. Csák, G. Hegedűs

University of Pannon, Faculty of Agronomy, Department of Economic Methodology, Division of Applied IT
H-8360 Keszthely, Deák F. u. 57.

The spectral fractal dimension (SFD) is as a properties of picture come up in one couple research and method of investigation (EMOR/Egzact Qualify and Classification System, IKTA-00101/2003). However in this research don't come on that what swing the value of SFD. We fin din the course of researc that this function the value is very sensible at the condition of recording. The aim of research deffinating that the valueout of condition which environmental condition is indifferent, and which variation can we give value-

transformation rules. Accordingly we executed test the important condititon of recording (light intensity, diffuse and directional light, flare, scanning, spectral change). The results of test certify the pre- awaiting in point of vetted factor. The value of several factors changing give rise to value of SFD change which – by results of test- we can confine. We found ont he intensity-corrections equation on a approximation the other situation must more research and we think that this come on better results with wich we can decolonizing from the condition of environmental so the measurement method will simpler. The results mark that we would like applicating in the potato improvement the SFD the species genetics separate, the objective species rating deffinition, automatic analysis, qualify process inpractice aplication, so just we can make between good environmental conditions.

(Keywords: spectral fractal dimension, SFD, image analysis)

BEVEZETÉS

Egy európai uniós pályázat keretében (IKTA-00101/2003) *Berke et al.* (2003) egy egységes minősítő és osztályozórendszer (EMOR) kidolgozását tűzték ki burgonya fajták minősítésére. Ennek egyik összetevőjeként alkalmazták a Spektrális Fraktál Dimenzió (SFD) meghatározását a burgonyagumó különböző állapotainak jellemzésére. Ezen kívül számos más jellegű kutatásban is használták az SFD-t (*Berke*, 2004, 2005; *Horváth*, 2005).

A kísérletek közben tapasztalt mérési bizonytalanságok, és ebből származó mérési hibák, arra ösztönöztek bennünket, hogy alaposan vizsgáljuk meg ezt a problémát.

Ennek egyik állomása volt az Erdei Ferenc IV. Tudományos Konferencián 2007-ben Kecskeméten e témában megtartott előadás és az ezzel párhuzamosan megszületett cikk (*Hegedűs*, 2007), amely elméleti megfontolásokat tartalmaz ebben a kérdéskörben.

E cikkben felvetett tényezők közül a kísérletileg meghatározható tényezők egy részét vizsgáltuk, így az

- irányított megvilágítást,
- az egybevágósági transzformációkat (forgatás),
- a megvilágítás intenzitását, és
- a spektrális monotonitást.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A vizsgálatokhoz digitális fényképezőgéppel 24 bites színes (RGB), raszteres képeket készítettünk láthatófény tartományban JPG formátumban. Az elkészült képek előfeldolgozáson estek át, amely az adott objektum háttérét teljesen homogenizálta (fehér vagy fekete háttérszín), így biztosítva kizárólag az objektum SFD értékének meghatározását. A felvételek készítésekor figyeltünk arra, hogy mindig csak a vizsgálati célnak megfelelő érték változzon, míg a többi körülmény állandó maradjon.

Képek készítése

A felvételeket a CANON EOS 30D típusú digitális kamerával készítettük, CANON 18-55 mm lencsével, 1728×1152 pixel, 72 ppi felbontással, az egyes felvételezésekre vonatkozóan fix fókusztávolsággal, a mintára merőleges vetülettel.

Írányított megvilágítás

Homogén felületű síklapot forgattunk (0-85°) a fix helyzetű-, és intenzitású fényforráshoz (200 W) viszonyítva.

Szennyeződés, bevonat (víz, olaj stb.)

Egy domború mintázatot mutató alufóliát ragasztottunk egy síklapra, és ezt forgattuk (0-85°) a fix helyzetű-, s intenzitású fényforráshoz viszonyítva.

Intenzitás vizsgálat

A fényintenzitás mérését a Gossen Colormaster 3F típusú digitális készülékkel végeztük. Mindegyik képen ugyanaz a minta - Góliát gumó - került felvételezésre.

Természetes megvilágítás körülményei között a berendezést árnyékmentes, nyílt téren került felállításra. A vizsgálat során 1 gumót fotóztunk le 23 intenzitással, 3-szoros ismétléssel. Az intenzitás értéke. 5800 lux és 57000 lux között változott az időjárási viszonyok változásának megfelelően. Az egyéb körülmények (pl.: háttér, burgonya helyzete, fókuszpont) állandóak voltak.

Mesterséges megvilágítás körülményeihez egy 300 W-s normál izzó fényerejét változtattuk szabadon választható szintre (ellenállás változtatással), így az intenzitás 39-7700 lux között változott. A vizsgálat során 1 gumót fotóztunk le 31 intenzitással, 3-szoros ismétléssel.

A megvilágítás spektruma

A mintára (egy térkép részlet) különböző spektrumú fényt vetítettünk, ügyelve arra, hogy az így vetített fény intenzitása ne változzon. A térkép részletből két azonos méretű területet vágunk ki (A, B). Az A-terület a térkép egy részletét, míg a B-terület a térkép szélén egy olyan részlet, amely üres volt, gyakorlatilag ezen a területen jelent meg az éppen aktuális spektrumú fény.

Egybevágósági transzformációk (forgatás vízszintes síkon)

A vizsgálat során 8 burgonya fajtát vizsgáltunk.

1 gumónak 8 pozíciója volt (0-7-15-22-30-37-45-52 percben kifejezve)

Az ismétlések száma 10, a mintaszám fajtánként 80, az összes felvétel száma 640.

Kiértékelés

Az elkészült képek kiértékelésére programot írtunk, mely az általánosan elterjedt un. „Dobozoló-eljárást” (*Hastings et al.*, 1998) használta az SFD érték meghatározására.

$$\frac{d}{k} \sum_{i=1}^k \frac{\ln n_i}{\ln m_i} \quad (1)$$

Ahol:

- d: réteg (dimenzió=3)
- k: iteráció szám=8
- n: nem üres térkockák száma
- m: összes térkocka

EREDMÉNYEK

Irányított megvilágítás

Homogén felületű síklap (függőleges tengely mentén történő) forgatásakor az SFD értéke jelentős mértékben változott, ezt jól mutatja a relatív eltérés 55,6%-os értéke az átlaghoz viszonyítva *1. táblázatban*. A 15° található maximum érték „álmáximo”, miután ilyen kicsi beesési szögnél egyéb az SFD értékét növelő hatás lép be (pl. a felület anyagszerkezetének más metszeti síkban történő nézete). Ennek megfelelően az *1. ábrán* az optimális beesési szögnek a merőleget tekinthetjük, miután az SFD értéke (0,738161) itt érte el a valós maximumát.

1. táblázat

Homogén felületű síklap forgatása függőleges tengely mentén

Mérésszám (1)	Képnév (2)	Fok (3)	SFD
1	lap_B_01_15_cut.jpg	15	0,942313
2	lap_B_02_30_cut.jpg	30	0,625156
3	lap_B_03_45_cut.jpg	45	0,523843
4	lap_B_04_60_cut.jpg	60	0,582606
5	lap_B_05_75_cut.jpg	75	0,560717
6	lap_B_06_90_cut.jpg	90	0,738161
		max	0,942313
		min	0,523843
		átlag (4)	0,662133
		abs.eltérés (5)	0,41847
		rel.eltérés (6)	55,6%

Table 1: Vertical rotating homogeny faced flat

Number of measurements(1), Image name(2), Degree(3), Average(4), Absolute difference(5), Relative difference(6)

1. ábra

SFD érték változása homogén felületű síklap forgatásakor

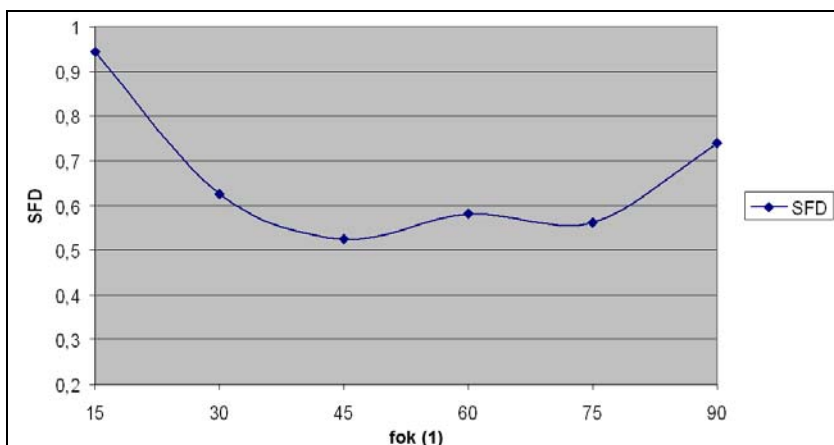


Figure 1: SFD results changes homogeny faced flat as rota

Degree(1)

Szennyeződés, bevonat (víz, olaj stb.)

Ez a nagymértékű változás mondható el az inhomogén felületű tükröződő síklap esetén is, melynek adatait a 2. táblázat tartalmazza. A relatív változás mértéke itt 56,3%! A 2. ábra szemlélteti az intenzitás változás hatását az SFD értékére a tükröző felület forgásakor.

2. táblázat

Inhomogén felületű tükröződő síklap forgatása függőleges tengely mentén

Mérésszám (1)	Képnév (2)	Fok (3)	SFD
1	AluFol2_01_f15_cut.jpg	15	1,4303
2	AluFol2_02_f30_cut.jpg	30	1,126
3	AluFol2_03_f45_cut.jpg	45	1,6557
4	AluFol2_04_f60_cut.jpg	60	2,0924
5	AluFol2_05_f75_cut.jpg	75	2,1044
6	AluFol2_06_f90_cut.jpg	90	2,024
maximum	2,1044		
minimum	1,126		
átlag (4)	1,7388		
abs.eltérés (5)	0,9784		
rel.eltérés (6)	56,3%		

Table 2: Vertical rotating inhomogeny faced reflect flat

Number of measurements(1), Image name(2), Degree(3), Average(4), Absolute difference(5), Relative difference(6)

2. ábra

SFD értékek alakulása tükröző felület forgásakor

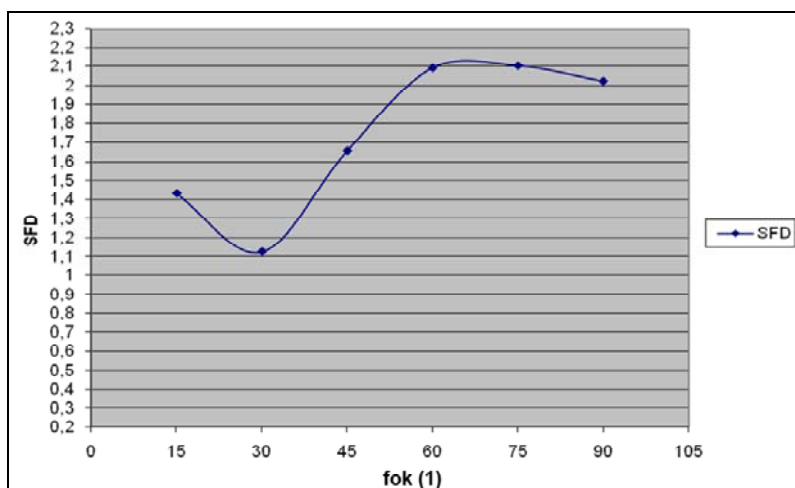


Figure 2: SFD results changes inhomogeny faced reflect flat as rota

Degree(1)

Intenzitás vizsgálat

Természetes megvilágítás

Az SFD maximális átlagos értéke: 2,1124 (44000 lux), minimum érték 1,6070 (39 lux). A relatív átlagos eltérés 26,67%. Az átlagérték: 1,8950, ehhez 0,1259 szórás érték

társult, 69 db elem mellett, ami magasnak mondható (6,64%) (3. táblázat). A 3. ábra szemlélteti az intenzitás változás hatását az SFD értékére természetes megvilágítás esetén. A regresszió analízis egy polinomiális trendvonalat képes illeszteni $R^2=0,8581$ együtthatóval a mért adatokra. A grafikonon az is látszik, hogy az értékek hol alulról, hol felülről közelítik a regressziós görbét, aminek a magyarázatát a felvételezés körülményeinek bizonytalanságában kereshetjük (erős napsütéstől, borult időjárási viszonyokig, változó páratartalom, stb.).

3. táblázat

**Megvilágítás intenzitásának hatása az SFD értékére
természetes fényviszonyok esetén**

Mérésszám (1)	Lux	SFD
1	5800	1,704936
2	6200	1,607026
3	8200	1,679086
4	9400	1,757183
5	10000	1,727043
6	14000	1,826775
7	15000	1,843154
8	16000	1,891253
9	18000	1,91012
10	19000	1,92164
11	20000	1,953859
12	22000	1,943411
13	23000	1,879609
14	25000	1,978745
15	27000	1,927794
16	28000	1,920386
17	31000	1,901738
18	33000	2,034887
19	35000	2,052827
20	40000	2,006176
21	44000	1,976985
22	46000	2,028584
23	57000	2,11244
maximum	2,11244	
minimum	1,607026	
átlag (4)	1,895029	
abs.eltérés (5)	0,505414	
rel.eltérés (6)	26,67%	
szórás (7)	0,125919	

Table 3: SFD results changes intensity as natural light

Number of measurements(1), Average(4), Absolute difference(5), Relative difference(6), Scattering(7)

3. ábra

**Intenzitásváltozás hatása a burgonya gumó SFD értékére
természetes fényviszonyok között**

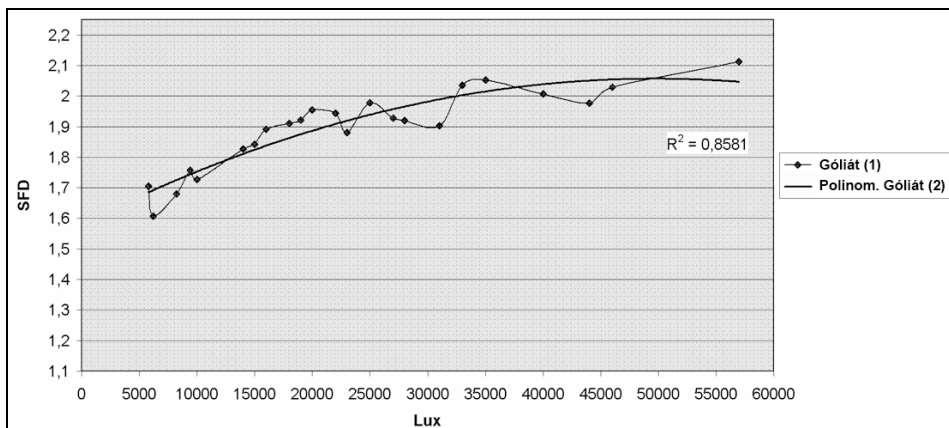


Figure 3: SFD results changes intensity as natural light

Góliát type of potato(1), Polynomial trendline(2)

Mesterséges megvilágítás

Az SFD maximális átlagos értéke: 1,8893 (44000 lux), minimum érték 1,2034 (39 lux). A relatív átlagos eltérés 39,98%, ami magasnak mondható (4. táblázat). Itt magyarázatra szorul a „magas” kifejezés. Jelen cikknek nem témája az egyes burgonyafajták közötti eltérések elemzése, de nyilvánvaló, az adatok rendelkezésre állnak. A fajtákon belüli (1,7-2,6%) és a fajták közötti (2,4-6,8%) minimum-maximum eltérések nagyság-renddel alacsonyabbak, mint az intenzitáskor mért értékek. Ráadásul ilyen értékek mellett is szignifikáns eltérés mutatkozik egyes fajták minimális-maximális %-os eltérései között.

A 4. ábra szemlélteti az intenzitásváltozás hatását a burgonyagumó SFD értékére mesterséges megvilágítás esetén. Regresszió analízis szerint korreláló függvénnyel a görbe a teljes tartományban nem közelíthető. Megfigyelhetjük, hogy a görbének 2 szakasza van. Az első szakasz egy telítődési jellegű szakasz, amely 39 luxtól 1100 luxig tart. Ebben a szakaszban az SFD értéke legjobban egy logaritmusos illesztéssel közelíthető, meredeken emelkedik 1,2034-től 1,8169-es értékig.

Az átlagérték: 1,7154, ehhez 0,1985 szórás érték társult, 93 db elem mellett, ami szintén magasnak mondható (11,57%).

A 5. ábra szemlélteti a görbe második szakaszát, amely viszont a regresszió analízis szerint gyakorlatilag egy egyenes, és párhuzamos az x-tengellyel, ami azt jelenti, hogy az SFD értéke érzéketlen a megvilágítás intenzitására.

A megvilágítás spektruma

Az 5. táblázat jól szemlélteti, milyen nagy hatással van az SFD értékére a megvilágítás spektruma (SFD_A oszlop a különböző spektrumú fényvel megvilágított teljes kép; SFD_B oszlop a spektrumok színeinek képe; SFD_A-B oszlop: a két kép kivonásával előálló képek). Ez az eltérés az átlaghoz képest akár 94,6%-ot is elér.

4. táblázat

**Megvilágítás intenzitásának hatása az SFD értékére
mesterséges fényviszonyok esetén**

Mérés (1)	kép (2)	Lux	SFD	kép	Lux	SFD	kép	Lux	SFD	Lux	SFD Átlag (3)
1	2456	39	1,2081	2488	39	1,2519	2520	39	1,1502	39	1,2034
2	2457	45	1,3217	2489	42	1,1508	2521	45	1,1559	45	1,2388
3	2458	79	1,4478	2491	79	1,2595	2522	79	1,3401	79	1,3491
4	2459	100	1,5436	2492	100	1,4085	2523	100	1,3662	100	1,4394
5	2460	160	1,3669	2493	160	1,4152	2524	160	1,3978	160	1,3933
6	2461	180	1,6118	2494	180	1,5212	2525	180	1,5362	180	1,5564
7	2462	240	1,4572	2495	240	1,5143	2526	240	1,5481	240	1,5065
8	2463	320	1,5777	2496	320	1,5237	2527	320	1,6085	320	1,5700
9	2464	440	1,6621	2497	440	1,6811	2528	420	1,7202	440	1,6716
10	2465	480	1,6739	2498	480	1,6499	2529	480	1,7101	480	1,6780
11	2466	510	1,6421	2499	510	1,7743	2530	550	1,7193	510	1,7082
12	2467	630	1,6816	2500	630	1,7669	2531	630	1,7867	630	1,7451
13	2468	780	1,6854	2501	780	1,7946	2532	780	1,8474	780	1,7758
14	2469	890	1,7258	2502	890	1,7546	2533	890	1,8971	890	1,7925
15	2470	960	1,8081	2503	960	1,8299	2534	950	1,8049	960	1,8190
16	2471	1100	1,8404	2504	1100	1,7871	2535	1100	1,8233	1100	1,8169
17	2472	1300	1,8216	2505	1300	1,8701	2536	1300	1,8372	1300	1,8430
18	2473	1500	1,8263	2506	1500	1,9621	2537	1500	1,8268	1500	1,8718
19	2474	1800	1,9128	2507	1800	1,8692	2538	1800	1,8416	1800	1,8745
20	2475	2000	1,9059	2508	2000	1,8035	2539	2000	1,8559	2000	1,8551
21	2476	2400	1,8705	2509	2400	1,9532	2540	2400	1,7946	2400	1,8728
22	2477	2900	1,8505	2510	2900	1,8349	2541	2900	1,8222	2900	1,8359
23	2478	3300	1,9539	2511	3300	1,8300	2542	3300	1,8296	3300	1,8712
24	2479	3600	1,8530	2512	3600	1,8376	2543	3600	1,8531	3600	1,8479
25	2480	4100	1,9469	2513	4100	1,8132	2544	4100	1,8424	4100	1,8675
26	2481	4400	1,9784	2514	4400	1,8283	2545	4400	1,8612	4400	1,8893
27	2482	5400	1,8404	2515	5400	1,8939	2546	5400	1,8255	5400	1,8533
28	2483	5800	1,9576	2516	5800	1,8178	2547	5800	1,8499	5800	1,8751
29	2484	6600	1,8993	2517	6600	1,8279	2548	6600	1,8614	6600	1,8629
30	2485	7100	1,9611	2518	7100	1,8195	2549	7100	1,8163	7100	1,8656
31	2486	7700	1,8917	2519	7700	1,7763	2550	7700	1,8172	7700	1,8284
maximum			1,8893								
minimum			1,2034								
átlag (4)			1,7154								
abs.eltérés (5)			0,6859								
rel.eltérés (6)			39,98%								
szórás (7)			0,1985								

Table 4: SFD results changes intensity as nonnatural light

Number of measurements(1), Image(2), SFD Average(3), Average(4), Absolute difference(5), Relative difference(6), Scattering(7)

4.ábra

Intenzitásváltozás hatása a burgonya gumó SFD értékére mesterséges fényviszonyok között

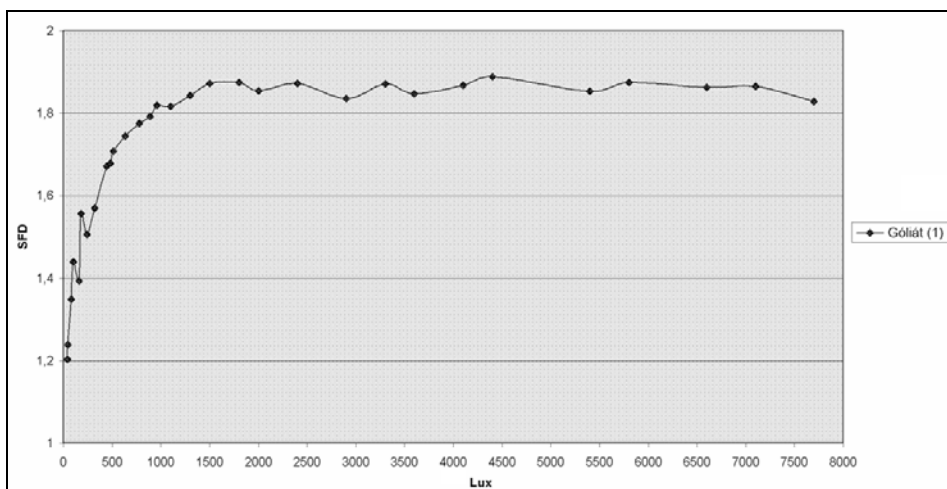


Figure 4: SFD results changes intensity as nonnatural light between 39 and 7700 lux

Góliát type of potato(1)

5. ábra

Intenzitásváltozás hatása a burgonya gumó SFD értékére mesterséges fényviszonyok között

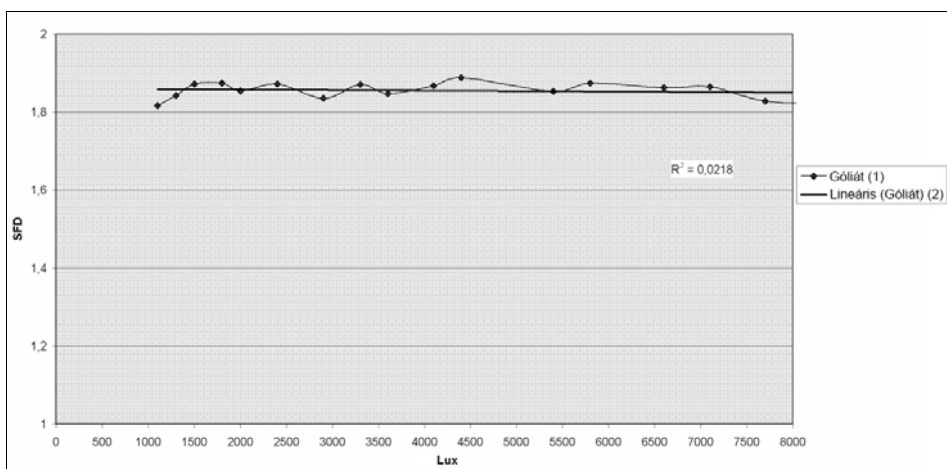


Figure 5: SFD results changes intensity as nonnatural light between 1100 and 7700 lux

Góliát type of potato(1), Linear trendline(2)

5. táblázat

Megvilágítás spektrumának hatása az SFD értékére

Képnév (1)	SFD_A	SFD_B	SFD_A-B
Kroma_01_1231	2,183631	1,448236	0,735395
Kroma_01_1230	2,037125	0,979878	1,057247
Kroma_01_1227	2,054704	0,91075	1,143955
Kroma_01_1232	2,218106	1,071607	1,1465
Kroma_01_1235	1,925319	0,736672	1,188647
Kroma_01_1234	1,89916	0,674808	1,224351
Kroma_01_1233	2,071122	0,801227	1,269895
Kroma_01_1229	2,035189	0,730283	1,304906
Kroma_01_1236	2,064953	0,739264	1,325689
Kroma_01_1237	2,26949	0,670754	1,598736
Kroma_01_1226	2,283798	0,639918	1,643879

Table 5: Affect of the spectrum of the light for SFD value

Imagename(1)

Egybevágósági transzformációk (forgatás)

A forgatás hatását az SFD értékére példaként Rioja fajtán mutatjuk be (6. ábra), de a számított relatív átlagos eltérés eredményei mindegyike kisebb, mint ennek a fajtának. Az SFD maximális átlagos értéke: 1,9049 (37 perc), minimum érték 1,8397 (15 perc). A relatív átlagos eltérés 3,47%, ami alacsonynak mondható (6. táblázat).

6. ábra

A felvételezés vízszintes síkon történő elforgatás szögének hatása a Rioja burgonyafajta SFD értékeire a szórás feltüntetésével

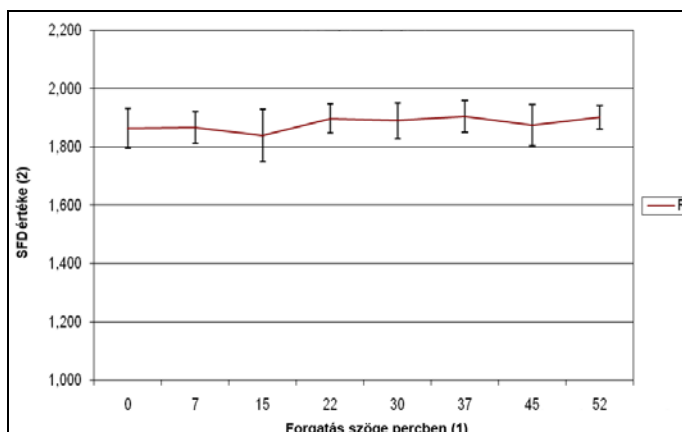


Figure 6: Affect of the horizontal rotate angle for average SFD value of certain Rioja type of potato

Rotate angle in minute(1), SFD value(2)

6. táblázat

A felvételezés vízszintes síkon történő elforgatás szögének hatása keszthelyi burgonyafajták SFD átlag értékeire (a szórás érték feltüntetésével)

Burgonya fajta (1)	Katica		Luca		Balatoni Rózsa		Rioja	
fok (2)	átlag (3)	szórás (4)	átlag	szórás	átlag	szórás	átlag	szórás
0	1,802	0,058	1,842	0,064	1,851	0,027	1,864	0,068
7	1,838	0,050	1,881	0,054	1,874	0,027	1,867	0,054
15	1,796	0,072	1,867	0,055	1,852	0,030	1,840	0,090
22	1,833	0,052	1,882	0,050	1,880	0,030	1,898	0,050
30	1,804	0,074	1,862	0,062	1,863	0,029	1,891	0,062
37	1,828	0,069	1,888	0,040	1,882	0,029	1,905	0,055
45	1,820	0,076	1,851	0,056	1,854	0,033	1,876	0,071
52	1,806	0,058	1,902	0,034	1,875	0,029	1,902	0,041
maximum	1,838		1,902		1,882		1,905	
minimum	1,796		1,842		1,851		1,840	
átlag	1,816		1,872		1,866		1,880	
abs.eltérés (5)	0,042		0,060		0,031		0,065	
rel.eltérés (6)	2,32%		3,23%		1,65%		3,47%	
szórás	0,0150		0,0187		0,0120		0,021194	

Table 6: Affect of the horizontal rotate angle for average SFD value of certain Keszthely type of potato

Type of potato(1), Degree(2), Average(3), Scattering(4), Absolute difference(5), Relative difference(6)

Megvizsgáltuk az összefüggést a vízszintes síkon történő elforgatás szöge és a SFD átlagértéke között. Szignifikánsnak tekintettük az eltérést, ha az érték kisebb mint 0,001. Eredményeink szerint nem mutatható ki szignifikáns eltérés az SFD értékben a gumók helyzetére vonatkozóan. Vagyis a gumók helyzete nem hat az SFD értékre.

KÖVETKEZTETÉSEK

A lefolytatott vizsgálatok alapján megállapítható, hogy az SFD értékére a megengedettnél nagyobb mértékben hatnak:

- a megvilágítás intenzitása
- a megvilágítás szöge és spektruma
- a csillogás, tükröződés mértéke

A megvilágítás intenzitásának és szögének, valamint a fényforrás spektrum kibocsátásának változása befolyásolja az SFD értékét. A változás mértéke - a megvilágítás szöge és spektruma valamint a csillogás, tükröződés esetén - nagyobb, mint az megengedhető. „Ha ugyanis ez az abszolút eltérés nagyobb, mint az azonos körülmények között felvett burgonyafajták közötti SFD értékek $\pm$ szórás érték, úgy ezen tényezők hibája elfedi az esetlegesen meglévő burgonyafajták közötti különbséget.

A megvilágítás intenzitásánál - természetes megvilágítási körülmények között - kimutathatók a felvételezéskor fellépő külső változó tényezők hatásai. Ehhez a változáshoz azonban egyértelműen nem tudtunk hozzárendelni valamilyen függvényt.

Mesterséges megvilágítás esetén találtunk egy olyan intenzitási sávot 1100 luxtól 8000 luxig, ahol az SFD értéke érzéketlen a megvilágítás intenzitására.

Az objektum helyzetének vizsgálata, azt az eredményt hozta, hogy az SFD értéke csak a hibahatárokon belül változik. Ez az eredmény megegyezik az elméletileg meghatározott várakozással.

ÖSSZEFOGLALÁS

Megvizsgáltuk a Spektrális Fraktál Dimenzió (SFD), mint képelemzési eljárás alkalmazásának lehetőségeit a burgonyanemesítési kutatásokban. Az eredmények azt mutatják, hogy amennyiben **a burgonyanemesítési kutatásokban alkalmazni szeretnénk** az SFD-t a fajták genetikai elkülönítésére, az objektív fajtaérték-meghatározásra, automatikus elemzési, minősítési folyamatok gyakorlati megvalósítására, úgy, jelenleg, csak **jól meghatározott felvételezési körülmények** között tehetjük ezt.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönetünket nyilvánítjuk, a Keszthelyen működő Burgonyakutatói Központ valamennyi munkatársának, akik mintákkal, hellyel, türelemmel segítették munkánkat.

IRODALOM

- Berke, J: Fraktáldimenziók szerepe a képfeldolgozásban, Magyar Képfeldolgozók és Alakfelismerők Országos konferenciája kiadványa (2004) 20. old.
- Berke, J., Fischl, G., Polgár, Z., Dongó, A. (2005): Egzakt minősítő és osztályozó rendszer fejlesztése növénynemesítési és növénykórtani vizsgálatokhoz , Informatika A felsőoktatásban
- Hastings H.M., Sugihara G.: Fractals, Oxford University Press (1998) 36-55.
- Horváth, Z: Távérzékelés alkalmazása a gyepgazdálkodásban, XI. ITF, Keszthely (2005)
- Hegedűs, G: Spektrális Fraktáldimenzió-invariáns transzformációk és eltolódási szabályok, Erdei Ferenc IV. Tudományos Konferencia, Kecskemét (2007)

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Csák Máté

Pannon Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar
8866 Keszthely Deák Ferenc u. 57.

University of Pannon, Faculty of Agronomy

Department of Economic Methodology, Division of Applied IT

H-8360 Keszthely, Deák F. u. 57.

Tel.: 36-83-545-275

e-mail: mate.csak@georgikon.hu



Quantitative and qualitative analysis of red deer in Somogy county between 1970 and 2006 using an age group population dynamic model

R. Barna, L. Sugár

University of Kaposvár, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ABSTRACT

The game managers annually complete the stock estimation of different game species. This data are the basis of the game management planning. The result of the estimation is very different from the real stock size. The population dynamic model (elaborated by the authors) use the bag size data and some ecological parameters of big game species to calculate the stock size. We calculated the red deer population stock size in Somogy county using of known bag size data since 1970. The result shows that the stock size estimated is unlike calculated. According to the model arithmetics in the ratio of female stock decreased strongly, the sex ratio has changed radically in favor of tags. The red deer stock became younger.
(Keywords: estimation, bag size, population dynamics, model, red deer (*Cervus elaphus*))

ÖSSZEFOGLALÁS

A gímszarvas mennyiségének és minőségének vizsgálata 1970 és 2006 között korcsoportos populáció-dinamikai modell segítségével Somogy megyében

Barna R., Sugár L.

Kaposvári Egyetem, 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40

A vadgazdálkodók évente elvégzik a különböző vadfajok létszámának becslését. Ezen adatok alapján készülnek a vadgazdálkodási tervek. A becslések azonban jelentősen eltérhetnek a valós létszámtól. Az általunk kidolgozott populáció-dinamikai modell a terítékadatokat és a nagyvadfajok ökológiai jellemzőit felhasználva számítja ki a populáció létszámát. A modellel a Somogy megyében élő gímszarvas-állományt vizsgáltuk az 1970 óta rendelkezésünkre álló terítékadatok alapján. Az eredmények azt mutatják, hogy a becsült létszám lényegesen eltér a számítottól. Somogy megyében 2006-ban 7 375 egyed volt a gímszarvas létszáma. A számítások szerint a tehenek aránya jelentősen csökkent, az ivararány eltolódott a bikák javára. A gímszarvas-állomány elfiatalodott.
Kulcsszavak: becslés, teríték, populáció-dinamika, modell, gímszarvas (*Cervus elaphus*)

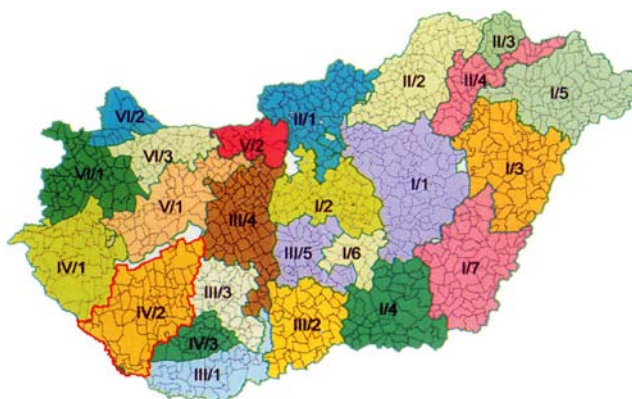
INTRODUCTION

In the examined Somogy county all the 72 game hunting areas are big game areas (Figure 1).

Due to its excellent quality the wise management of the Somogy county red deer stock is very important. This is verified by the fact that from the 17 Hungarian red deer trophies listed among the World's Top 10, three comes from the county studied.

Figure 1

Game management districts in Hungary



Source (Forrás): Hungarian Game Management Database, (OVA)

1. ábra: Vadgazdálkodási körzetek Magyarországon

The high ratio of medal priced trophies (643 from 1241 judged red deer trophies in the 2005/2006 hunting season) proof that the quality of the Somogy county's red deer stock is well above the world average.

In this county lives about 16-17% of the Hungarian red deer population. This number is in excess the allowable, and causes unbearable high damage in the agriculture/forestry.

For planning the annual as well as long-term reasonable harvest ratio require the knowledge of the correct stock size.

MATERIAL AND METHODS

The game managers estimate the big game stock size annually in Hungary.

To study the accuracy of estimation we examined the correlation of the big game stock estimated and the bag size in the period 1969-2004.

An age-group population-dynamic model was developed. The individuals of the different age groups are reproducing, dying, hunted or poached. These factors are given in percentages. Immigration and emigration is eliminated. The quantity of the present year age group is equal to the previous year quantity minus mortality, hunting and poaching. For reproduction the different age groups are taken with their specific reproductive potential. The progeny, the 0-year age group is the sum of the calves of two year and older hind age groups. The model is testable easily having harvest data since 1970.

Input data

Time step is one year.

The initial red deer number is based upon the estimation and empirical data available.

For the value of the reproduction rate only one observation is published in Hungary (Heltay *et al.*, 1986).

In the beginning the 1:1 (stag:hind) birth sex ratio was used hypotatically, but later it was changed to 1:1.5.

The calves mortality ratio used is 15% according to *Náhlík* (2005). Over one year up to 15 year of age 5% for 15 and 16 year 50%, then 90% is estimated (*Caughly*, 1966). In a 30 year period only 55 stags' trophy older than 15 year of age were judged among the 31.725 as a total.

The harvest ratios of the stag age groups were given according to the age consistence of the hunting bag, however those of the hinds were based upon estimation, respectively. The annual poaching ratio is estimated to be 3% on the average. On the basis of empirical data and personal discussions this ratio was doubled (6%) from 1992. The initial consistence is the following: stags 38.5%, hinds 38.5% and calves 23%, what is close to the theoretical 40%-40%-20% found in the literature (*Rácz*, 1979).

By the model on the basis of the bag data available since 1970 and the known reproductive and mortality characteristics the long distance configuration of the red deer population size living in examined area (Somogy county) can be estimated. The model is suitable for forecasting too. The size of the red deer bag for the next few years can be estimated and the stock's number belonging to it can be calculated. It can be calculated what hunting strategy is useful to reach the prescribed stock of red deer (about 6.400 individuals) in Somogy county and how can be supported it.

We also analyzed the quality in the region on the basis of the red deer trophy database ($n=31,725$) using statistical methods. The medal ratio, average trophy weight by age groups were evaluated using time series analyses. To examine the age structure changes of the red deer population χ^2 -test was used. The data are available from 1974 to 2007 February.

RESULTS

We can see the growth of big game stock between 1969 and 2000 on the basis of the counties bag data.

We examined the correlation between the estimated stock size and the bag. The value is 0.88 in the case of the red deer, 0.96 for fallow deer, 0.5 for roe deer, and 0.97 for wild boar. The connection is close everywhere except roe deer, accordingly the opinion is justified, whereas the estimation depends on the intended bag.

Based on this model there were 6.736 red deer in the Somogy county. That is more than double of the amount estimated by game managers. By 1989 the population raised to 24.629. After reducing the population in 1994 it fell to 19.837. Then by 2000 it climbed to the maximum of 25.479. Because the numbers have been being strongly reduced since then, today there are as few as 7.375 animals estimated (*Figure 2*).

Calculations based on the model show that the original 1:1.5 sex ratio has changed radically as a result of the forced killing of females. Today there are more stags than females (*Figure 3*). This fact is supported by the field observation results too.

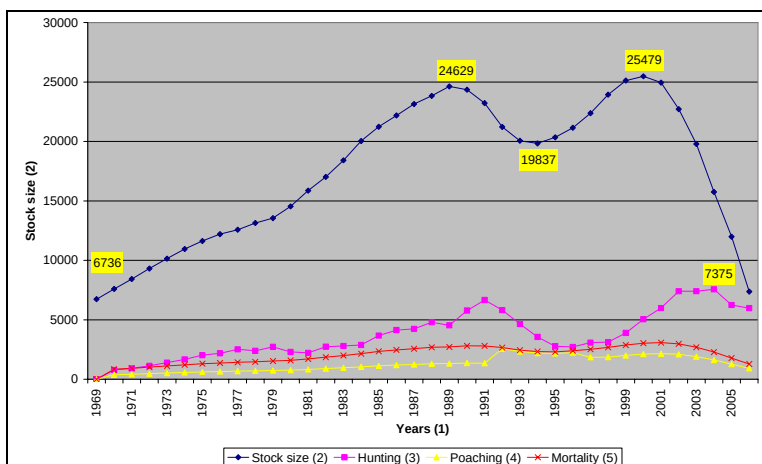
The rate of the medal priced is 39.8% of the judged trophies, consisting of 19.8% bronze, 15.0% silver and 5.0% gold medal in the analysed period, what shows an excellent stock quality.

The average weight of antlers belonging to the age groups from 4 to 10 years increased in 2004 and reached the 32 years period maximum in 2005 (*Figure 4*). This means that the previously saved stronger stags are killed now even at a younger age. Because of this the ratio of the older stags and so the medal awarding trophies are reduced. The red deer population is becoming too young. In 2006 except the 2, 3 and 5 year age groups the trophy weight is decreased.

In the age group data of 11 to 13 years of age the annual variations are much bigger and this age group sometimes missing in the bag (*Figure 5*).

Figure 2

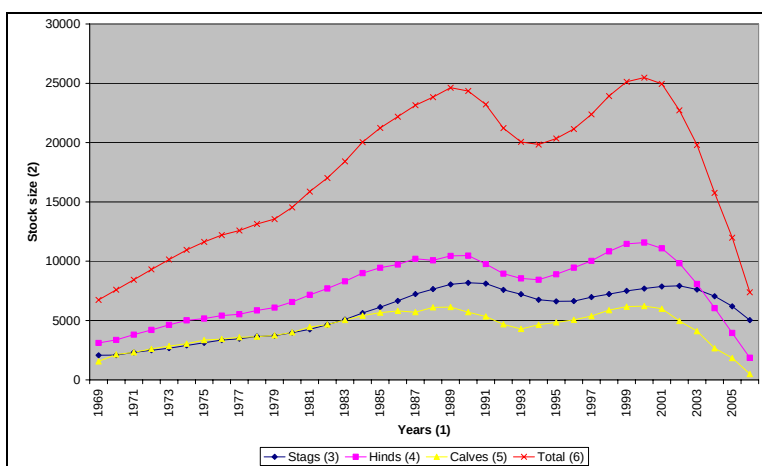
The changes the red deer population stock size based on the model calculation between 1969 and 2006



2. ábra: A gímszarvas-állomány változása a felállított modell alapján 1969-től 2006-ig
Évek(1) Létszám(2), Vadászat(3), Orvvadászat(4), Elhullás(5)

Figure 3

The structure of the red deer population based on the model calculation between 1969 and 2006 with the beginning stock size of 6.736

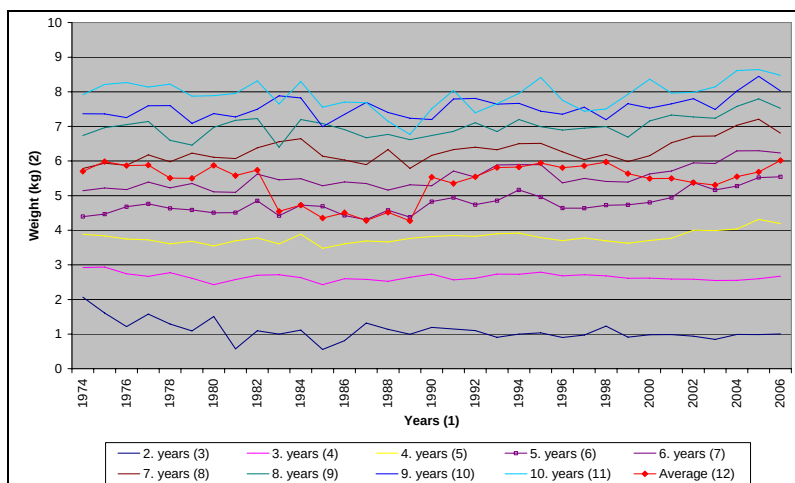


3. ábra: A gímszarvas-állomány összetétele a felállított modell alapján 1969-től 2006-ig
6736 induló létszám esetén

Évek(1) Létszám(2), Bika(3), Tehén(4), Borjú(5), Összesen(6)

Figure 4

The average trophy weight by age (2-10 year) and the annually average antler weight between 1974 and 2005

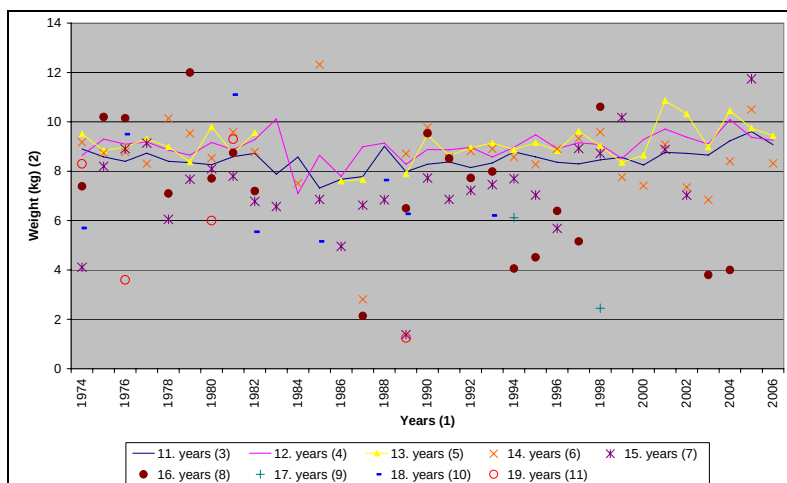


4. ábra: A korcsoportonkénti átlagos trófea tömeg (2-10 éves korig) és az éves átlagos agancs tömeg 1974 és 2005 között

Évek(1), Tömeg(kg)(2), Korcsoport(3)-(11), Átlag(12)

Figure 5

The average trophy weight by age (11 year and older) between 1974 and 2005



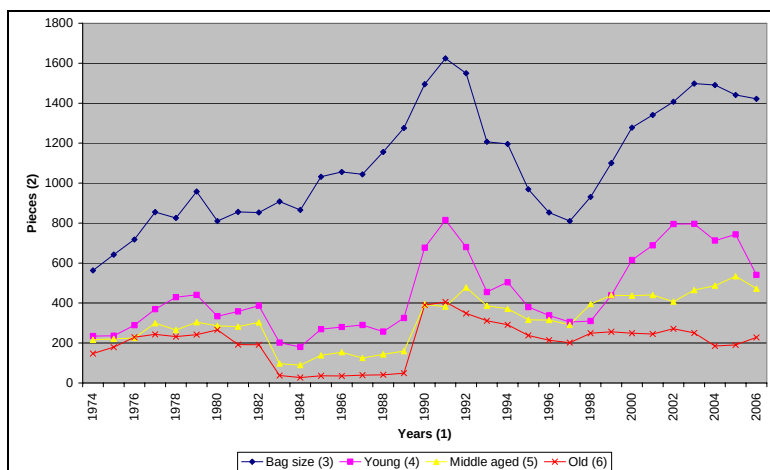
5. ábra: A korcsoportonkénti átlagos trófea tömeg (11 éves kortól) 1974 és 2005 között

Évek(1), Tömeg(kg)(2), Korcsoport(3)-(11), Átlag(12)

In the early nineties, because of the stock reduction lasting until today, the ratio of young stags in the bag increased heavily, however then the number of the middle-aged and old stags increased too, what cannot be told since 2000 (*Figure 6*). There could be two reasons of it: they spare the older stags, which can not be possible for a long time, or there are not so many old stags. The latter supposal's probability is larger.

Figure 6

The annual bag bag size in total and by age classes (1983-1989 is not complete data)



6 ábra: Az éves összes- és korosztálonkénti teríték (1983-1989 hiányos adatok)

Évek(1), Mennyiség(2), Teríték(3), Fiatal(4), Középkorú(5), Idős(6)

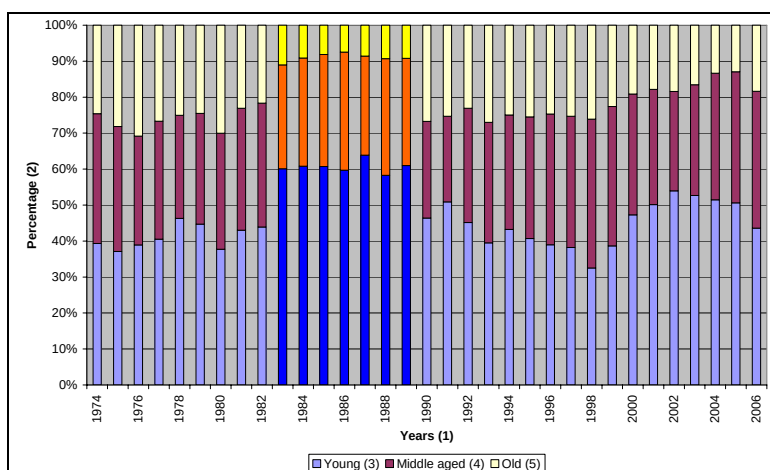
To examine the stock of the red deer stock becoming young χ^2 -test was used the, what justified statistically the changes ensued in the ratio of the age-groups. Since 2000 the rate of the old age-group has been under 20%, what has never been so low, what allows concluding that the stock became young (*Figure 7*). Now the stags are missing, which were shot as calves in the nineties.

In 2005 the penalties and monetary sanctions were revoked. The amount of the so called “negative mark” trophies is 8 times (142:17) higher than the 2004 value. This tendency to be continued in the according to the 2006/07 hunting season data.

CONCLUSIONS

The stock of red deer was always underestimated by the game managers/hunters, therefore the age-group population-dynamic model is more suitable for the real estimation of the stock size information.

The composed model can be applied without modification for the population-dynamic calculations of other big game species. After granting the basic data characteristic for the given big game species (sex ratio, initial age-structure, reproduction, mortality, hunting and poaching rate), the changes in the stock size can be calculated in the given period.

Figure 7**The rate of annually and age group bag size (1983-1989 is not complete data)***7 ábra: Az éves teríték megoszlása korosztályonként (1983-1989 hiányos adatok)**Évek(1), Százalék(2), Fiatal(3), Középkorú(4), Idős(5)*

According to the model arithmetics in the ratio of female stock decreased strongly, what should be stopped. If it would not happen, there will not be enough progeny, and therefore harvestable red deer, causing a decrease in the income.

The rate of the old stags together with the rate of the medal trophies has decreased in the bag. The red deer stock became younger.

Because of the stock size reduction now those stags (8-10 year of age) are shot too, what were not earlier. Nowadays the hunters had to decide not between the stags of weak and good ability, but between the good and the excellent, what needs very good professional experience.

If we want to keep the quality of red deer stock, the reduction should be done carefully. The future of the “Somogy” red deer will be determined in these years. Now the game managers have a big responsibility for assuring the same quality, with nearly the starting number of 1970. Otherwise we might loose our competitive edge versus the neighboring countries and the ramification will not be able to keep its revenue producing ability.

RECOMMENDATIONS

The big game stock size reduction should be done more carefully, because on the one hand it can alter the sex ratio, and could direct to unfavorable age-group composition, on the other hand it could result deterioration in quality, that can be put right only in twenty years. The economic effects of this are incalculable.

The age-group population-dynamic model should be used in practice too. Analyzing the results of calculation a lot of connection could be lighted, such as changing its parameters a lot of effects could be examined.

To decrease the damage caused by game methods should be found, which do not mean new burdens for the game managers. The new results of research should be nationwide introduced, so that they should be used in practice (for example with improvement of understory vegetation level the damage done by game can be decreased). The farmers should be made to be interested in preventing the game damage.

REFERENCES

- Heltay, I., Adorján, A., Sugár, L. (1986): Fecundity of red deer (*Cervus elaphus hippelaphus*) and fetal development in different habitats. (in Hung.) Vadbiológia. 86. 83-96.
- Náhlík, A. (2005): Unpublished observations
- Rácz, A. (1979): Controlling of our red deer stock. (in Hung.) Nimród Fórum (May). 1-10.
- Caughley G. (1966): Mortality patterns in mammals. Ecology. 47. 6. 905-918.

Corresponding author (*Levelezési cím*):

Barna Róbert

University of Kaposvár, Faculty of Economic Science

Department of Information Technologie

H-7401 Kaposvár, P.O.Box 16.

Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar

Informatika Tanszék

7401 Kaposvár, Pf. 16.

Tel.: 36-82-505-954

e-mail: barna.robert@ke.hu



A csereérték jelentősége a birtokrendezésben

Mizseiné Nyiri J.

Nyugat-magyarországi Egyetem Geoinformatikai Kar, 8000 Székesfehérvár, Pirosalma 1-3

ÖSSZEFOGLALÁS

Hazánkban a rendszerváltást követő évek kárpótlási folyamatának és a részaránytulajdon rendezések következtében kialakult birtokszerkezet szükségessé tette egy a teljes országot érintő birtokrendezés lefolytatását. Ennek célja gazdaságosan művelhető birtoktestek kialakítása. Szükségszerűen merül fel a birtokrendezési eljárásokban alkalmazandó csereérték egyértelmű meghatározása is. Az ingatlan-nyilvántartásban jelenleg szereplő monarchiabeli „aranykorona” ma már inkább csak közelítő értékmérőnek tekinthető. A tanulmány keretében kidolgozásra került az ún. földegyenérték mutatószám, mely a várhatóan megszülető birtokrendezési törvény gyakorlati végrehajtásához kíván segítséget nyújtani. Modellterületen végzett elemzésekkel sikerült igazolni, hogy a földegyenérték – az aranykoronát is magába foglaló, csereértéket kifejező – mérőszám alkalmas arra, hogy a termőföld jelenlegi és várható értékét tükrözze. Földpiaci problémák megoldását, termőföldök adás-vételével járó birtokrendezési feladatok végrehajtását képes támogatni oly módon, hogy a megváltozott természeti környezetet figyelembe véve szolgáltatja a termőföld tényleges értékét. Mindeközben szükséges annak tudatosítása mindnyájunkban, hogy a termőföld értéke nem fejezhető ki pusztán számszerűsítve, hiszen hazánk nemzeti kincse, folytonosan és feltételeken megújuló természeti erőforrás.

(Kulcsszavak: Kárpótlás, birtokrendezés, földminősítés, termőhelyi értékszám, földértékelés, földegyenérték)

ABSTRACT

The Land Equivalent Ratio as an Element of Land Consolidation

J. Mizseiné Nyiri

University of West Hungary, Faculty of Geoinformatics, H-8000 Székesfehérvár, Pirosalma 1-3

Due to the political changes and consolidation of land under shared-ownership a comprehensive land consolidation process would be necessary in Hungary. The aim of this process would be to form new viable land parcels which could be managed more economically. The determination of the exchange ratio is also a key issue of this process. The aranykorona (AK)(traditional Hungarian unit of evaluation, dating back 150 years) does not give a perfect value. The aim of the research involves the practical application of the expected future land consolidation law. A land equivalent ratio will make it easier to find solutions for land consolidation, and will thereby help strengthen economically viable branches of the economy, and encourage the establishment of new ones. It could play an important role in compulsory land purchase procedures, in land exchange transactions and in the development of the land market generally. On the other hand we have to emphasize that Hungary's agricultural land is one of its national treasures, and is an irreplaceable, continuously and conditionally renewable natural resource. Protecting it, and promoting the best uses of its features, are primary tasks.

Before agrarian and rural development may proceed, it is necessary to be able to classify and provide a true evaluation of the land's agricultural characteristics, in other words, its soil attributes and the production types and locations.

(Keywords: Compensation, land consolidation, land qualification, value of production site, land valuation, land equivalent ratio)

BEVEZETÉS

A *vidékfejlesztés* és az *agrárkérdések* az EU csatlakozás sarkalatos pontjai, melynek célkitűzései a következőképpen foglalhatók össze: a földhasználattal egyező föld magántulajdon kialakítása, a különböző adottságú területek hasznosítási lehetőségeinek feltárása, a földhasznosítás módjának meghatározása, az általános tervekkel összhangban álló térségi integrált vidékfejlesztési programok végrehajtása.

Az ezredforduló első éveiben az EU közös agrárpolitikájának fő célkitűzései érvényesülnek a tervezési folyamatokban, valamint meghatározó szerepet töltenek be az előttünk álló feladatok megoldáskeresésében. A fő célkitűzések a következők:

- A vidéki térségek életfeltételeinek javítása, a mezőgazdaságban és az erdészetben dolgozók életszínvonalának emelése;
- A lakosság ellátása kiváló minőségű agrártermékekkel, megfelelő árakon;
- Az agrárgazdaság külpiaci kapcsolatainak javítása;
- A természeti környezet védelme.

Számolnunk kell azzal, hogy a *támogatási rendszerek* megváltozása és a *világkereskedelem*hez való igazodás a mezőgazdasági termelést a legjobb ökonómia adottságú-, legjobban jövedelmező területekre fogja kényszeríteni.

Az *Új Magyarország Vidékfejlesztési Tervben* (2007–2013) megfogalmazottak alapján hazánkban a mezőgazdaság, a vidéki környezet és a vidéki térségek fejlesztésére jelentős összegeket lehet fordítani. Ezáltal lehetőség nyílik arra, hogy a korábbi uniós agrár- és vidékfejlesztési források (ASAP: Agroecology and Sustainable Agriculture Program, SAPARD: Special Accession Program for Agriculture and Rural Development (Különleges Előcsatlakozási Program a Mezőgazdaság és Vidékfejlesztés támogatására), AVOP: Agrár- és Vidékfejlesztés Operatív Program, NVT: Nemzeti Vidékfejlesztési Terv) felhasználásával megindított modernizáció és szerkezetváltás a mezőgazdaságban folytatódjon és felgyorsuljon a vidéki térségek társadalmi-gazdasági felzárkózása. A megjelölt 4 fő fejlesztési irány: a mezőgazdaság és az erdészeti ágazat versenyképességének javítása; a környezet- és vidék fejlesztése; a vidéki élet minősége és a vidéki gazdaság diverzifikálása; a LEADER program.

Mindezek megvalósítása több ponton kapcsolódik a földértéken alapuló birtokrendezési tervekhez, amit jól segíthet a földérték meghatározására kidolgozott módszer. A birtokrendezés gyakorlatában a földértékelés fontos szerepet játszik és ebben a munkaszakaszban kerül meghatározásra az ún. *földegyenérték* mutatószám, amely a szerteágazó földügyi feladatok során hiánypótló szerepet tölt be az értékarányos csereajánlat alapfeltételeinek megteremtéséhez. A nyilvántartásban kiegészítő adatként jelenhet meg a „*földegyenérték*” mutatószám. Ennek a birtokrendezési gyakorlatban van elsősorban jelentősége, hiszen az értékarányos csereajánlat feltétele a földrészek cseréjének. *E mutatószám kidolgozása, modellezése és alkalmazása képezi fő célkitűzését a kutató munkának.* Ennek a mutatószámnak a bevezetése segítené a birtokrendezések jövőbeni tervezését, annak kihangsúlyozásával, hogy a kialakítandó modell a helyi és a földpiaci viszonyokhoz egyaránt illeszteni kell (figyelemmel a meghonosodott kistérségi földhasználatra: növénytermesztő kultúrákra, állattenyésztésre és a földtulajdon-szerzési korlátok feloldására).

A kárpótlás utáni állapot rövid bemutatása

A mintegy másfél évtizede kezdődött gazdasági-társadalmi rendszerváltás jelentős fordulatot hozott a mezőgazdaság korábbi évtizedekre jellemző, az ágazat nemzetközileg elismert eredményeivel is egybeeső, viszonylag konszolidált (lényeges változásoktól mentes) „földügyeiben”, birtokpolitikájában.

A 90-es évek gazdasági átalakulása a mezőgazdaságban a nagyüzemek, közöttük az állami gazdaságok, kombinátok, termelészövetkezetek szervezeti lebontását jelentette. Mindez a tőke, a föld, valamint más termelési erőforrások újraelosztása révén a tulajdonviszonyok radikális átalakulásához vezetett.

1. táblázat

A földterülettel rendelkező egyéni gazdaságok és gazdasági szervezetek száma és földterülete birtokméret szerint 2005-ben

Megnevezés (1)	Gazdaságok (2)		Földterülete (3)		Egy gazdaság átlagos területe, ha (7)
	Száma (4)	megoszlása, % (5)	Hektár (6)	megoszlása, %	
Egyéni gazdaságok (8)					
10 ha alatti (9)	616070	93,45	574154	25,3	0,93
ebből: 1 ha alatti (10)	470705	71,4	112517	4,96	0,24
1-5 ha (11)	115105	17,46	254978	11,24	2,22
10-50 ha (12)	34149	5,18	699147	30,8	20,47
50-100 ha (13)	5340	0,81	369990	16,3	69,29
100-300 ha (14)	3494	0,53	556913	24,6	159,39
300 ha felett (15)	198	0,03	68281	3,0	345,25
Összesen (16)	659251	100,00	2268486	100,0	3,44
Gazdasági szervezetek (17)					
10 ha alatti	1193	16,83	4474	0,1	3,75
10-50 ha	1784	25,17	46803	1,4	26,24
50-100 ha	918	12,96	65042	1,9	70,83
100-300 ha	1486	20,97	282194	8,2	189,91
300 ha felett	1706	24,07	3042874	88,4	1784,05
Összesen	7086	100,00	3441386	100,0	485,66
Gazdaságok összesen (18)					
10 ha alatti	617161	92,62	578981	10,1	0,94
10-50 ha	35982	5,40	745709	13,1	20,72
50-100 ha	6264	0,94	435092	7,6	69,46
100-300 ha	4998	0,75	838780	14,7	167,84
300 ha felett	1932	0,29	3111309	54,5	1610,09
Összesen	666337	100,00	5709872	100,0	8,57

Forrás (Source): KSH, 2000; KSH, 2004; KSH, 2006

Table 1: Number of Private Farmland and Agricultural Associations and their farmland area according to the size of the Property in 2005

Denomination(1), Farmlands(2), Area of property(3), Number of farmlands(4), Distribution(5), Hectare(6), Average area of one farmland (7), Private farmland(8), Under 10 hectares(9), Under 1 hectare out of No. 9.(10), Between 1-5 hectares(11), Between 10-50 hectares(12), Between 50-100 hectares(13), Between 100-300 Hectares(14), Above 300 hectares(15), Total(16), Agricultural associations(17), Total of the farmlands and agricultural associations(18).

A vegyes tulajdoni struktúrában megnőtt a magántulajdon aránya, amit igen elaprózott területű kisgazdaságok, valamint a kis- és közepes vállalkozások számszerű fölénye jellemez.

A privatizáció, a kárpótlási termőföldárverések, a részarány-földtulajdon rendezése, a magánvállalkozások gyors fejlődése sokszereplős piacot hoztak létre. A legszembetűnőbb változások a termőföldek tulajdonviszonyaiban következtek be. Az 1991. évben alkotott kárpótlási törvény alapvetően átrendezte, de főként nagyságrenddel csökkentette a volt állami gazdaságok kezelésében lévő 947 ezer ha mezőgazdasági termőterületet, mely rendkívül elaprózott, a mezőgazdasági termelés szempontjából kedvezőtlen birtokstruktúrát eredményezett. Ez csak adminisztratív van így, a természetbeni állapot az esetek többségében mást mutat.

Magyarországi birtokrendezési projektek. A 90-es évek kárpótlási törvényeinek végrehajtása valamint az 1994. évi földtörvény megszületése után a birtokrendezés kérdése napirenden szerepelt mint igény, mind a politikusok mind a földtulajdonosok részéről. Jóllehet a Földtörvény tartalmaz rendelkezéseket az önkéntes földcserére, mint birtokrendezési eljárásra, azonban szervezettebben csak nemzetközi együttműködés keretében, kísérleti projektek formájában kezdődött meg (Dorgai L., szerk., 2004).

A legújabb tapasztalatok ezekből a – jórészt külföldi (német, holland) példák nyomán és segítséggel elindult – birtokrendezési kezdeményezésekből, kísérleti progra-mokból (TAMA: Általános Birtokrendezés Magyarországon, PRIDE: kistérségi mintaprogram – holland támogatással, TALC: Technical Assistance for Land Consolidation in Hungary) meríthetők.

Magyarországon a birtokrendezés szükségességét - a nemzetközi mintához hasonlóan - mind ökonómiai, mind ökológiai szempontok indokolják, ezért a kistérségi munkák a komplex adottságokra épülő kistérségi fejlesztési koncepció és kistérségi külterületi terv elkészítését foglalták magukban (Dorgai L., 2004).

A birtokrendezésnek a földművelésügyi tárca és az NFA aktív közreműködésével olyan tulajdon és birtokszerkezet kialakítását kell elérni, hogy akik eddig is a térségben művelték földjüket, ott maradjanak és hozzájussanak az őket megillető normatív támogatásokhoz is. (Szabó, 2004).

A birtokrendezés egyfajta konkrét igényét és időszerűségét tükrözi a Magyar Kormány által jóváhagyott 1107/2003 sz. rendelete, amely a Tisza völgyének (és tágabb értelemben az egész ország) árvízvédelmi biztonságát elősegítő program, valamint a terület regionális és integrált vidékfejlesztési terve is egyben. Az árvízkezelési program legkritikusabb része a művelhető területek alternatív hasznosítása és a földtulajdonosok kompenzációja. A földhasznosítás megváltoztatásakor fontos hangsúlyozni, hogy a művelhető területet – a termelés alapvető eszközét – és a természeti erőforrás értékét meg kell őrizni; a gazdaságos gazdálkodásnak folytatódnia kell.

A meglévő feltételek értékelésében lényeges elem a vésztározók területén található ingatlanok szerkezetének felmérése. Természetesen ezeket a területeket is érintették a kárpótlások és a részarány kiadások. A földhivatalok *ingatlan-nyilvántartási adataiból* pontos információkat szerezhetünk a vésztározók jelenlegi tulajdonosi szerkezetéről, a *földhasználati nyilvántartásból* pedig a földhasználati formákról. Fontos aláhúzni, hogy a vésztározók tervezése és megvalósítása során kötelezően használni kell az FVM és szervezeteinek földrendezési, földnyilvántartási és földmérési adatait, beleértve a térinformatikai és távérzékelési adatokat is.

Általánosan elfogadhatónak minősíthető az a tétel, hogy a birtokrendezéshez állampolgári akarat, valamint megfelelő szabályozás szükséges és akkor nem marad el a jövedelmező, vidéket fejlesztő gazdálkodás. 1997-ben az Földművelésügyi Minisztérium Földügyi és Térképészeti Főosztály egy szakértőkből álló ad hoc bizottság javaslatának felhasználásával állította össze az *általános birtokrendezésről szóló törvényjavaslatot*.

A földbirtok-politikai irányelvekről szóló 48/2002 (VII. 19.) OGY határozat tartalmazza a földbirtok-politika részletes irányelveit. A Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium (FVM) által készített törvényjavaslat szerint:

„A Nemzeti Földalap (NFA), mint a kincstári vagyon része az állam tulajdonában lévő, folyamatosan változó mennyiségű és elhelyezkedésű termőföldek és – kivételesen – művelés alól kivett földek összessége, amit az állam részben mező- és erdőgazdasági céllal vagyonkezelés útján, valamint más jogcímen történő használatba adással hasznosít, részben pedig sajátos földbirtok-politikai megfontolás alapján, vagy valamely közcél érvényesítése érdekében értékesít”.

A birtokrendezés sürgető feladat. Kormányzati törekvések szerint ebben az NFA meghatározó lehetne. A földalaphoz kellene gondoskodni a megfelelő birtokszerkezet, és egy új, erős gazdálkodó réteg kialakításáról, az egységes hazai termőföldpiac megteremtéséről. Az NFA rendeltetésszerű vagyonkezelése és hasznosítása a Kormány által meghatározott birtok-politikai elvek szerint történne (Szabó, 2000).

A gazdasági fejlődés, az ipar, az infrastrukturális fejlesztés, az urbanizáció területfoglalása mind-mind a termőföld rovására történnek és rontja az emberi környezet állapotát. Ezen káros hatások mérséklésére a birtokrendezésekkel összefüggésben is gondolni kell. A káros hatások mérséklését szolgálja a birtokrendezés tervezett új információs rendszerére.

A termőföld-érték megállapításának elvi kérdései

A termőföldnek, mint a természeti környezet egyik fontos eleme eszmei és valós értékének meghatározása nemcsak közgazdasági vonatkozású jelentőségű, hanem komoly tudatformáló erő is rejlik benne. Arra kell gondolni, ha a társadalom számára megfoghatóvá válik ez az érték, akkor elvárható a helyes földhasználat, illetve a föld védelme. A föld érték meghatározásának másik alkalmazási területe a gazdasági döntések megalapozásához jelent kiindulási adatot.

Az érték-megállapítás valamely vagyontárgy jellemzőinek, körülményeinek és befektetési lehetőségeinek szisztematikus és analitikus meghatározása és rögzítése, általában személyes megtekintés és egyéb vonatkozó adatok vizsgálata alapján. Az érték-megállapítás során az értéket felbecsülik. Az érték-megállapítás egy hivatalos következtetés, amely alátámasztó adatokon, logikai elemzésen és ítéleten nyugszik. Az értéket a piac erői determinálják. Az értékmegállapító személy becslést készít az értéket közöl a piac adatai, trendjei, valamint a vagyontárggyal kapcsolatos egyéb adatok alapján. Az érték módosul a piaci feltételek változásával a gazdasági, társadalmi, politikai és jogi hatások következtében. Következésképpen az értékmegállapító személynek azonosítania, mérnie és elemeznie kell az érték megállapításának alapját képező piacot, illetve környezetét (Berdár és Mizseiné Nyiri, 2000).

A hozadéki kataszteri aranykorona érték

Az „aranykorona” klasszikusnak tekinthető, de mára csak egy konvencionális mérőszámot kifejező rendszerét azért kell megismerni, mert a fejlődés nyomon követése, az újabb minősítési rendszerek kidolgozása szempontjából kiindulási, fejlődéstörténeti alapot képez (Dömsödi, 2007).

Hazánkban elsősorban adózási célokat szolgált. Az AK a különböző minőségű földek ún. tiszta hozadékát mutatta, amit – a földminőség mellett – úgy állapítottak meg, hogy a múlt század második felének gazdálkodási színvonalán tartósan elérhető átlagtermés értékéből levonták a gazdálkodás rendes költségeit. Az eredményt kataszteri holdra vetítve, a későbbiek során aranykoronában határozták meg. Az ingatlan-nyilvántartásban – (igaz, hogy

történtek módosítások minőségváltozások miatt, de ezek nem voltak számottevő mértékűek) mára már igen elavult – AK értékek szerepelnek. A kárpótlási törvény értelmében a magánosításkor továbbra is az AK értékek voltak meghatározók.

Az AK rendszer hiányosságainak rövid bemutatása, abból a célból, hogy rávilágítsunk az új módszer kidolgozásának fontosságára:

- nem felel meg a talajtan tudományos eredményeinek,
- a föld termőképessége (a művelés, a talajerózió és a –savanyodás vagy a meliorációs beavatkozások hatására) az ország különböző részein eltérően változott, ezért országos összehasonlításra nincs mód,
- a művelésmód és a termesztett növényfajták genetikai hozamképessége jelentősen átalakult,
- az AK-rendszerben a közgazdasági tényezők elválaszthatatlanul összekapcsolódnak az ökológiákkal,
- a szállítás jelentősége az ártermelés, a szakosodás elterjedésével párhuzamosan megnőtt, a szállítási irányok módosultak,
- nem veszi figyelembe, hogy a városkörnyéki területek földhasználatát átrendeződött, annak belterjessége módosult.

Az AK-rendszer felváltására irányuló törekvések mindezekig nem jártak sikerrel.

A termőhelyi értékszám

A termőhelyi értékszám kizárólag azt mutatja meg, hogy egy adott földrészlet – az országosan leggyengébb és legjobb minőségű talajhoz viszonyítva – milyen termőhelyi értéket képvisel. Ezáltal lehetővé teszi a termőföldek ökológiai adottságai alapján való megkülönböztetését.

A földhivatalok, a növényvédelmi és agrokémiai hálózat közreműködésével – az 1980. évi 16. törvényerejű rendelet alapján – 1984. év végére a mintateres földértékelést hajtották végre. A földértékelés eredménye, a mintateres *termőhelyi értékszám* (TÉ), az aranykorona helyére beépült az ingatlan-nyilvántartásba.

Az 1986 és 1990 közötti években megkezdődött a mintateres földértékelés felfejlesztése a talajtérképes földértékelés szintjére. A módosított tvr. rögzítette, hogy a földértékelés alapjául szolgáló részletes, országosan egységes talajtérképezést a pénzügyi lehetőségekkel összhangban kell végrehajtani. Ennek eredményeként több mint egy millió hektár korszerű talajtérképe készült el és több száz településen az ingatlan-nyilvántartásba beépült a talajtérképes módszerrel meghatározott TÉ is. (Horváth, 1982, 1983).

E kutatási munka kiemelt célja az is, hogy ez a meglévő értékes és hatalmas adatbázis ne menjen veszendőbe.

A hazánkban 1990-től kezdődően végbement társadalmi-gazdasági rendszerváltozás a TÉ törlését és az AK értéknek az ingatlan-nyilvántartásba való visszaállítását tette szükségessé.

A földegyenérték fogalma

A földegyenérték a termőföldnek olyan egységnyi területére alkalmazható értékmérő száma, amely a földminőség, a földhasználat és a közgazdasági tényezők mérlegelésével pénzben meghatározott, illetve kifejezett értékét határozza meg.

Olyan kalkulált értékszám, amelyet a különböző gyakorlati földügyletek során (adás-vétel, kisajátítás, földcsere, birokrendezés) az érdekeltek elfogadnak és alkalmaznak.

A földgyenérték elemei, összetevői

A földgyenérték meghatározásához szükséges a termőhelyi értékszám, mint ökológiai adat, valamint egy olyan ökonómiai adat, amely forint dimenzióban van megadva és hozzá lehet rendelni a talajminőséget kifejező mutatóhoz. Ezen adatok segítségével elemzéseket lehet végezni és kidolgozni egy olyan módszert amely, termőföld értékének gyors meghatározását teszi lehetővé.

A földgyenérték ökológiai alapjai

A termőföldek jelentős részére kétféle ökológiai alapadat: a 130-150 ha-os igen ritka hálózatu mintatérből származó minőségi osztály, ill. AK, valamint a megfelelő 10-12 ha-os sűrűségű szelvény-feltárásokból. ill. talajtérképezésből származó termőhelyi értékszámok adata áll rendelkezésre.

Az ingatlan-nyilvántartásban vezetett hozadéki aranykoronás földértékelési (ökonómiai részének nagyobb mérvű elavulása miatt, ma már inkább földminősítési) rendszer huzamos ideig alkalmasabb maradt. Ugyanakkor a várhatóan bővülő, az ingatlan-nyilvántartási, földminősítési adatbázison alapuló különböző feladatok (birtokrendezés, kisajátítások, a földek adás-vétele stb.) megkövetelik, hogy keressük, kutassuk a megfelelő adatbázis alkalmazásán nyugvó, olyan megoldásokat is, amelyek – a rendszer alkalmazását továbbfejlesztve – elősegítik az említett feladatokat. Az adatbázis archivált, ezideig hasznosítatlan részét képezik a termőföldek 20%-ára már jelentős állami költséggel megjelenő termőhelyi értékszámok is. Ezért dolgozat készítésének célja az is, hogy ezek az adatok bevonásra kerüljenek a kutatás, fejlesztés témakörébe.

A hazai termőföldek jelentős részére kétféle ökológiai alapadat a 130-150 ha-os igen ritka hálózatu mintatérből származó minőségi osztály, illetve AK, valamint a megfelelő 10-12 ha-os sűrűségű szelvény-feltárásokból származó termőhelyi értékszámok adata áll rendelkezésre. A hazai földértékelés mai hivatalos gyakorlata csak az igen ritka feltárási (mintatér) hálózaton alapuló, ezért kevésbé pontos földminőség, ill. AK adatot használja. Erre alapozva a termőföld (közhiteles) forint értéke kétféle módon: az un. piaci összehasonlító adatok elemzése, vagy a hozamszámításon alapuló összefüggés alapján határozható meg.

A vázolt helyzet alapján a vizsgálat célja az, hogy kisebb régió (kistáj, kistérség) területére, az egyes földrészletekre, erdőrészletekre ill. egységnyi területre olyan mutató, vagy értékmérő számot dolgozzunk ki, amelynek alkalmazásával a szóban lévő – birtokrendezési, kisajátítási, osztatlan közös rendezési, stb. – feladatokat könnyebben, jobban, ill. pontosabban lehet megoldani.

A földgyenérték számítása egy konkrét modellterületen

A feladat megoldásához a Székesfehérvártól 13 km-re fekvő Pátka község külterületének nyugati részét választottuk. Ez a területrészt olyan adottságokkal rendelkezik, ahol a földhasználat főleg szántó művelési ágba tartozik, de található itt víztározó, védelmi erdő is. A modellezés szempontjából a kiválasztott terület ideális: az adatgyűjtés szempontjából ezen a területen már megtörtént a termőhelyi értékszámok meghatározása is, amelyek a kidolgozandó földgyenérték szám meghatározásához szükségesek.

A vizsgált területek földrészleteinek alapadatai

A modellterületen a vizsgálatot szántó, gyeprét) és erdő művelési águ földrészletekre végeztem. A kiválasztott földrészleteket a mutatója. Az digitális formában rendelkezésre álló ingatlan-nyilvántartási térképen sraffozással jelöltük meg a számításba vont földrészleteket (1. ábra).

1. ábra

Térképrészlet az értékelt földrészekről

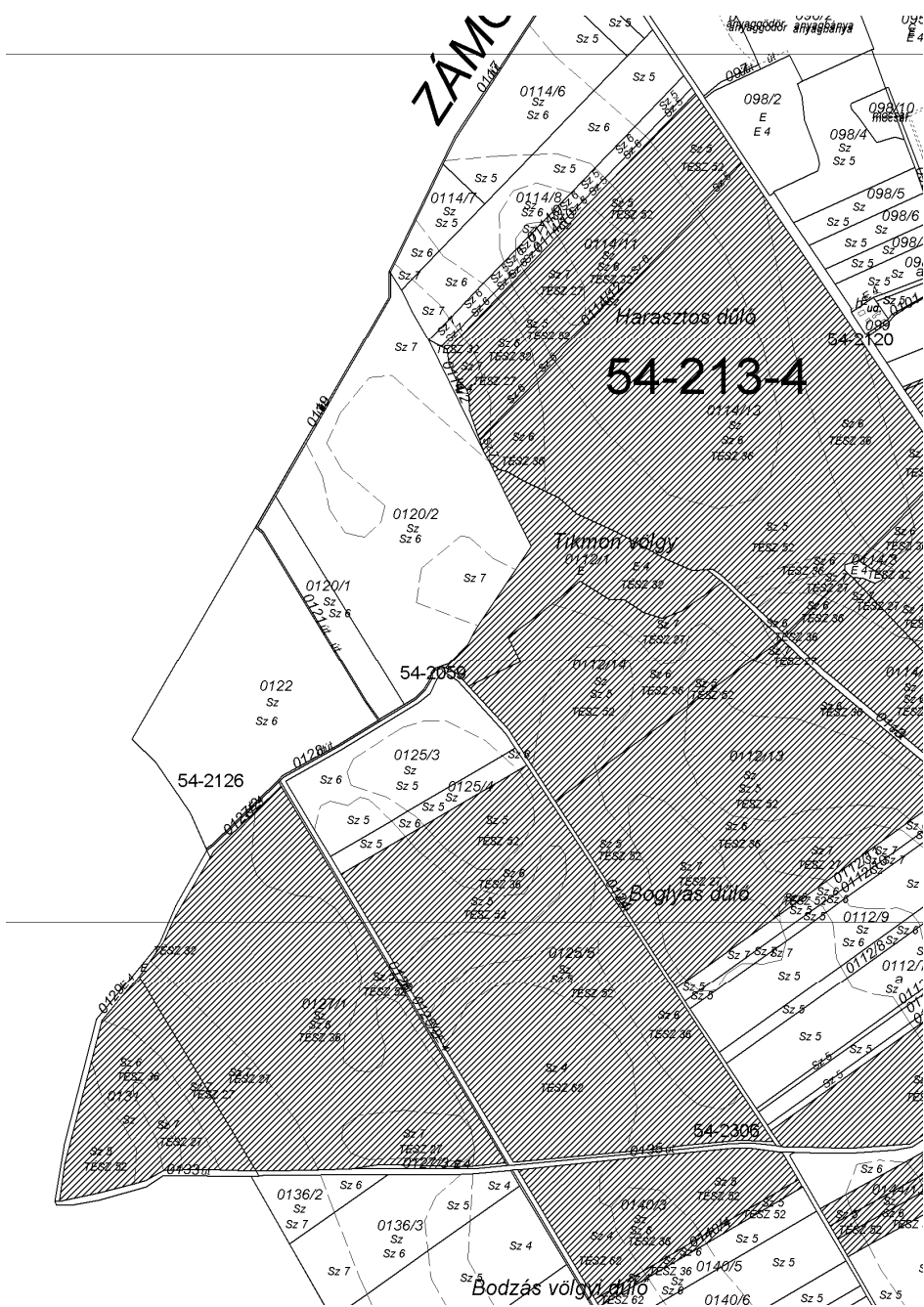


Figure 1: Test Area

A számításokhoz és elemzésekhez használt földmérési adatok:

1. ingatlan-nyilvántartási térkép: földrészlethatár töréspontjai, alosztályhatárok töréspontjai, helyrajzi számok,
2. tulajdoni lap adatai: helyrajzi szám, a földrészlet területe, alosztályok területe, művelési ág, minőségi osztály, AK érték, termőhelyi értékszám (TÉ).
3. A vizsgálat során használt adatok:
4. *ökológiai*: Ak, termőhelyi értékszám és
5. *ökonómiai*: hozamszámításon alapuló módszer alapján meghatározott Ft. értékek.

Fejér megye vonatkozásában: a termőföld 1 AK-ra jutó normatív jövedelme étkezési búza kg-ban, 34,7 kg/AK, a búza tőzsdei árának a még januárban érvényben lévő Forint összeget (28 000 Ft/tonna) vettem figyelembe. Azóta ez az érték igen nagymértékű változáson ment keresztül.

A kétféle (ökológiai és ökonómiai) adatszoport felhasználásával és lineáris regressziós függvény alkalmazásával új mutató, ill. értékszám: a *földegyenérték* szám meghatározására került sor. A földegyenérték megállapításához az NFA által ajánlott földérték meghatározására vonatkozó 54/1997 és 254/2002 FVM rendelkezésben megadott képletek adták az alapot.

$$F_{ie} = \frac{(P_j + B) \cdot P}{2 \cdot i} \cdot (1 + \sum k) \quad (1)$$

Ahol:

F_{ie} : a termőföld forgalmi értéke (Ft)

P_j : a termőföld 1 AK-ra jutó normatív jövedelme étkezési búza kg-ban (kg/AK) (megyékre vonatkoztatva) az FVM által közzétett fajlagos értéke. Ez Fejér megye esetében 34,7 kg/AK

B : a bérlet díja (étkezési búza kg/AK)

P : az étkezési búzának az értékbecslést megelőző évben kalkulált hazai tőzsdei átlagára Ft/t,

i : a tőkésítési kamatláb

k : az értékbecslés tényezőinek összevont hatását kifejező korrekciós tényező (%).

A 37 földrészletre vonatkozóan végeztünk számításokat. Az így kapott eredmények képezték azt a tapasztalati adatot, amelyet a statisztikai elemzésbe bevontunk. Lényegében a fajlagos ha-ra vetített Forint értéket számoltuk ki az NFA ajánlati árát meghatározó képlettel, és az így kapott értékeket használtuk a regressziós számításokhoz.

Statisztikai elemzések

Elemző munkában a mennyiségi ismérvek közötti sztochasztikus kapcsolatok vizsgálatának van elsődleges szerepe. Megállapítható, hogy a termőföld jellemző minőségi adatai a termőhelyi értékszám (TÉ) segítségével számszerűsíthető. Ezért az árképzésben olyan széleskörű statisztikai vizsgálat elvégzéséhez nyílik lehetőség, amelyek a földértékelést gyakorlatilag leegyszerűsíti, és gyakorlatilag mélyebb gazdasági elemzésekhez nyújt segítséget.

A kétváltozós korrelációs számítás egyik változója (a példában: x) a TÉ, a tőle függő változó (a példában: y) a Forint értéket testesíti meg. Elsődleges elemzés alapján lineáris regressziót tételeztünk fel. A sztochasztikus kapcsolat szorosságának mérésére lineáris korrelációs együtthatót alkalmaztunk:

$$r_{xy} = \frac{\sum dx_i dy_i}{\sqrt{\sum dx_i^2 \sum dy_i^2}} \quad (2)$$

Ahol:

x : a termőhelyi értékszám hektárra vetített fajlagos értéke,

y : a földrésztletek fajlagos értéke Forint/ha egységben kifejezve.

$$dx = x_i - \bar{x}$$

$$dy = y_i - \bar{y}$$

$dx dy$ előjelhelyes szorzat

$$0 \leq |r_{xy}| \leq 1$$

Azt tételezzük fel, hogy a regressziófüggvény lineáris.

A lineáris regressziófüggvény általános alakja:

$$\hat{y} = b_0 + b_1 \cdot x \quad (3)$$

Ahol az ismeretlen paraméterek: b_0 és b_1 .

$$b_1 = \frac{\sum dx \cdot dy}{\sum dx^2}, \quad b_0 = \bar{y} - b_1 \bar{x} \quad (4)$$

A vizsgálat során két adatsorra volt szükség a lineáris regressziós függvény meghatározásához (2. ábra). A ingatlan-nyilvántartás régi területjegyzékeiben egy-két helyen fellelhető volt a termőhelyi értékszám is. Pátka községben a kiválasztott teszterület esetében a Fejér Megyei Földhivatal irattárából kapott a mintavétel-helyek jegyzőkönyveit használtuk fel. A számításba bevont területekre vonatkozóan az alosztályok területének ismeretében meghatároztuk a fajlagos termőhelyi értékszámot az 1. táblázatban feltüntetésre került a számítás eredményeként kapott termőföld Forintban kifejezett értéke valamint az 1 hektárra eső Ft érték. Ezt az értéket tapasztalati értéknek tekintve vontuk be a számításokba.

A számítás eredménye: $r_{xy} = 0.97$, ami szoros kapcsolatot mutat, a TÉ és a Ft/ha érték között. Tehát számításunkat alátámasztja azt a tézist, hogy a föld termőhelyi értékszáma, azaz a TÉ szoros hatást gyakorol az árképzésre.

Az eredményül kapott lineáris regresszió függvény: $y = 7631x + 14899$

A számításokhoz célszerű a következő kerekítést végezni: $y = 7600x + 15000$

Az x érték helyére az átlagos termőhelyi értékszámot kell behelyettesíteni. Az y érték a földegyenértéket azaz a termőföld fajlagos értékét adja meg forintban kifejezve az adott földrésztletre vonatkozóan. Ezt a képletet használva leegyszerűsödik a földrésztletek forintban kifejezett értékének meghatározása. További előnye, hogy a termőhelyi értékszám is szerepet kap, ami jobban kifejezi a termőföld ökológiai értékét. Ennek indoka, hogy a földminőség megállapítása sűrűbben (10-12 ha) és részletesebb talajvizsgálatok alapján történt. Ennek során figyelembe vették a kitéttesség, lejtőkategória ill. meteorológiai tényezőket.

A feladat értékelése során számítottuk a regressziós egyenes illeszkedésének a hibáját is. Megállapítható, hogy a számított értékek átlagosan 2 842 Ft-tal térnek el az ajánlati (hozamszámítás alapján számított) értékektől. A relatív hiba 0,7%, tehát a regressziós egyeneshez jól illeszkednek az ajánlati értékeket reprezentáló függvéypontok. Azt mutatja 0,97-es korreláció is, hogy szoros kapcsolat van a TÉ és az ajánlati értékek között.

2. ábra

A regressziós egyenes grafikonja (TÉ-Ft diagram)

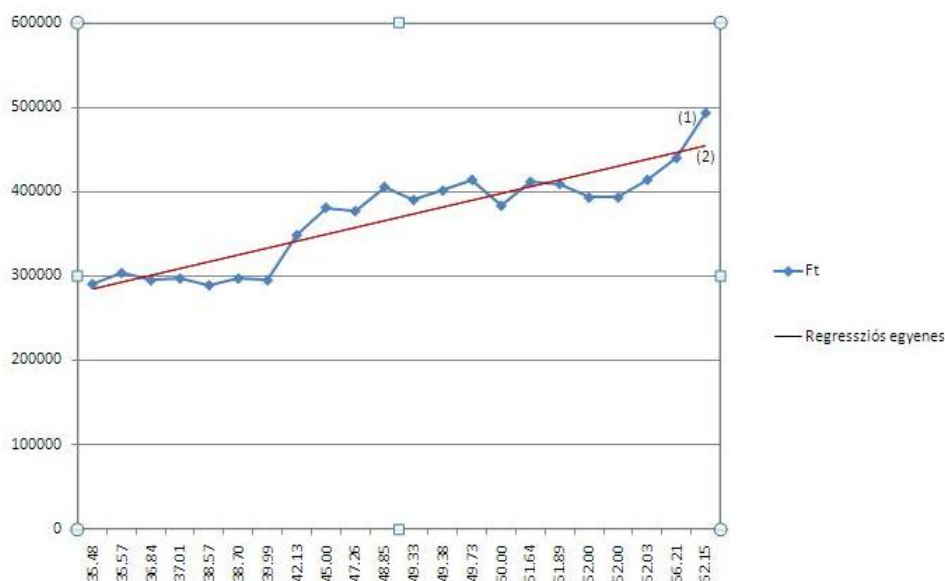


Figure 2: Chart of Regression (TÉ-HUF Diagram)

HUF(1), Regression line(2)

Elemzésünk alátámasztja azt az elképzelést, hogy a matematikai statisztika eszközeivel a föld ökonomiai értékének meghatározását gyorsabbá, megalapozottabbá lehet tenni.

Értéktérkép

A modellterület kiválasztott földrészleteire elkészült a tematikus térkép, az ún. értéktérkép, amelyen a talajosztályokhoz hozzárendeltük a fajlagos értéket, illetve földegyenértéket (Ft/ha). Ezt a térképet számítógéppel állítottuk elő, ami technológiai rendbe állítva, a tervezési munkát nagyban segíti. A térképi adatok alapján igen gyorsan meghatározható az egyes földrészletek forintban kifejezhető értéke.

Az *értéktérkép* segítségével történő érték: A nyilvántartási térkép alapján készített ún. értéktérképről leolvasható a földrészlet földminőségét kifejező termőhelyi értékszám és ahhoz tartozó Ft/ha érték. Az ingatlan-nyilvántartásban szereplő terület és Ft/ha szorzata adja meg a földterület (ajánlati) értékét forintban.

Példa egy tetszés szerint kiválasztott földrészlet a 0112/3 helyrajzi számú földrészlet esetében:

62 termőhelyi értékszámához tartozó terület:	11,5269 ha
62 termőhelyi értékszámához rendelt forint:	419 622 Ft/ha
52 termőhelyi értékszámához tartozó terület:	2,8246 ha
62 termőhelyi értékszámához rendelt forint:	327 282 Ft/ha

A földrészlet értéke: $(11,5269 \cdot 419\,622) + (2,8246 \cdot 327\,282) = 5\,761\,382$.- Ft $\sim 5\,760\,000$.-

3. ábra

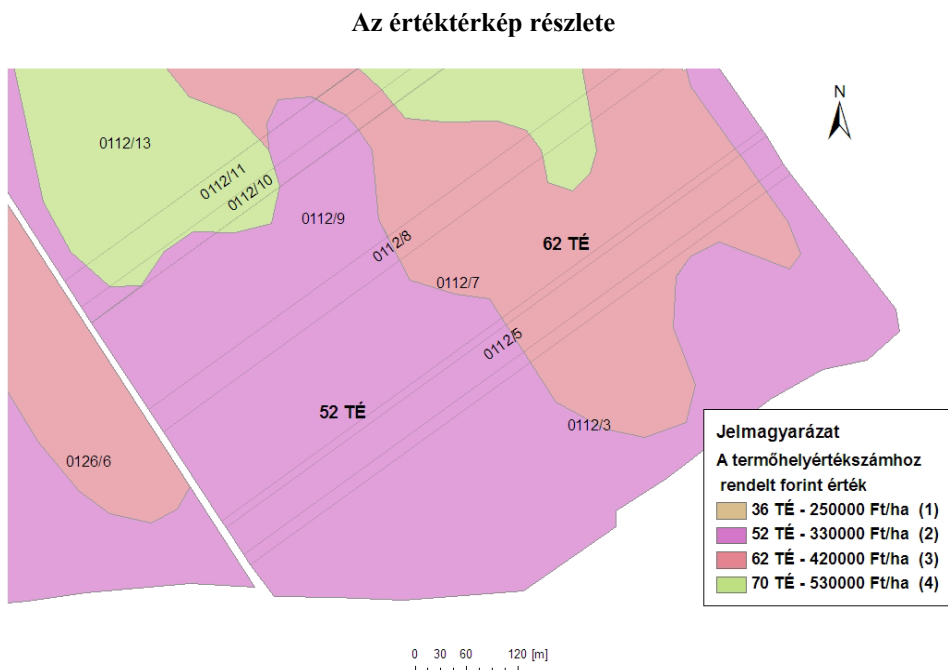


Figure 3: Map of Land Value

Assign HUF to the production site: 36 TÉ (value of production site)-250 000 HUF/hectares(1), 52 TÉ (value of production site -330 000 HUF/hectares(2), 62 TÉ (value of production site - 420 000 HUF/hectares(3), 70 TÉ (value of production site -330 000 HUF/hectares(4)

A hozamszámítás képlete alapján számított érték: 5 821 866.- Ft ~ 5 820 000.- Ft.

A földegyenérték módszerével kiszámolt érték: $y = (7600 \cdot x + 15000) \cdot t$ vagyis
 $y = (7600 \cdot 48,85 + 15\,000) \cdot 14,3515 = 5\,543\,410.- \text{ Ft.} \sim 5\,550\,000 \text{ Ft.-}$

A három eredmény összevetéséből kiolvasható, hogy az eltérés nem számottevő. A földegyenérték segítségével kiszámított érték kissé alacsonyabb, de ennek oka az, hogy a regresszió egyenes pontjaihoz viszonyítva a bevont adatok az egyenes alatt vagy felett helyezkednek el. Az ajánlati árakat százezres nagyságrendben adják meg. A fent bemutatott példa is bizonyítja, hogy a gyakorlatban, a földüggyel összefüggő tervezési, fejlesztési, kisajátítási feladatok során a kidolgozott módszer és annak eredménye megbízhatóan hasznosítható.

A FÖLDEGYENÉRTÉK HASZNÁLATÁNAK LEHETŐSÉGEI

A csereérték jelentősége a birtokrendezésben

A birtokrendezéssel foglalkozó OTKA kutatásban összefoglalták a birtokrendezési modellek kísérleti megvalósításához fűződő feladatokat, melyből kiemelnénk a következőket (Szabó, 2001):

„A kárpótlási folyamat és a részaránytulajdon rendezés közeli végrehajtása folytán kialakult birtokszerkezet mind a földmérési munkarészekben, mind az ingatlan-nyilvántartásban feltüntetésre kerül. Ezek együttvéve megfelelő alapot nyújtanak ahhoz, hogy a birtokrendezés jövőbeni modelljeit megtervezzük, annak messzemenő hangsúlyozásával a kialakítandó modellt a helyi viszonyok figyelembevételével kell adaptálni. Ebben meghatározó tényezőként kell említeni a domborzati viszonyokat és az adott területen meghonosodó növénytermesztő kultúrákat, állattenyésztő módszereket, adottságokat.” (Szabó, 2001)

Egy másik igen fontos következtetés, amely így hangzik: „Az eljárásban alkalmazandó *csereérték* egyértelmű meghatározása rendkívül kívánatos. A jelenlegi földpiaci árak ma még egyáltalán nem alkalmasak az érték meghatározására, de ezzel még egy ideig számolnunk kell. Nem alkalmazható az aranykorona sem, mert ez az érték a földek minőségét fejezi ki, de ma már ezt is csak közelítő értékben. Fokozottan áll ez eltérő művelési ágak esetében.” (Szabó, 2001).

„Az agrártárca vezetése úgy gondolja, hogy a földpiaci mozgásokba az államnak kötelessége beavatkozni, mint ahogy ezt teszi az államok többsége. Az EU döntéshozói kezdettől fogva felismerték, hogy a föld – sokcélú rendeltetése mellett – alapvető szerepét, az élelmiszertermelést csak akkor teljesítheti, ha az állam a földtulajdon megszerzését és hasznosítását a közcélként rendeli alá. Mint tudjuk, az EU-ban ennek megfelelően az erőforráspiacok közül a földpiac a legszabályozottabb.” (Szabó, 2004) Benedek Fülöp, a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium szakállamtitkára a kormányzat birtokpolitikai és birtokrendezési elképzeléseit ismertette Agárdon (2006. november 9-10.) a „Településrendezés – birtokrendezés” országos konferencián.

A birtokrendezés helye, szerepe az Új Magyarország Vidékfejlesztési Stratégiai Tervben (2007-2013). Az előzőekben már részleteztük és feltártuk a kialakult helyzetet. A fejlesztési stratégia keretében végzendő feladatok fő pontjai a következők:

- a feltárt hiányosságok felszámolása,
- a meglévő adottságok kiaknázása,
- a fejlődés és a versenyképesség erősítése.

A terv *átfogó céljai* közül az első érinti a birtokrendezést: A versenyképes agrár- és élelmiszergazdaság megteremtése, amelynek egyik specifikus célja a *termelési szerkezetváltás* ösztönzése a *fenntartható termelési struktúra* elérése érdekében.

Az *öt nemzeti fejlesztési prioritás* egyike a birtokviszonyok és birtokszerkezet rendezése, amely a mezőgazdaság, az élelmiszer-feldolgozás és erdészeti szektor versenyképességének javítását, a *strukturális feszültségek enyhítését, a termelési szerkezetváltás elősegítését szolgálja*. A birtokrendezés a prioritást szolgáló *hét specifikus beavatkozási akció* egyike.

A birtokkoncentráció és a tulajdonkonszolidáció elősegítéséhez az eddigi eszközök (birtokösszevonási célú termőföldvásárlás, a termőföld elővásárlási és előhaszonbérleti jogi szabályozása) *nem elégségesek, ezért intézkedést kell tenni* a következő programozási időszakban.

Az átmeneti időszak lezárulását és a társadalmi igény jelentkezését követően az intézkedések keretében sor kerül:

- a birtokrendezés jogszabályi feltételeinek kialakítására (törvényalkotás, jogszabály módosítás; önkéntesség elve),
- a pénzügyi korlátok függvényében a forrás-szükséglet felmérésére, az irányítás, a szervezés, a végrehajtás és a nyomon követés intézményi kereteinek megteremtésére (országos-helyi szint),

- a szerepvállalás, a feladatmegosztás, a teherviselés (érintettek, résztvevők, állam) lehetséges alternatíváinak kidolgozása,
- a társadalom tájékoztatására, a birtokrendezés szükségességének társadalmi elfogadtatására.

A birtokrendezés műszaki megoldásában - vagyis a területosztás munkáiban - kap szerepet a földgyenérték szám. A már jól bevált Interaktív térképszerkesztő (ITR) szoftver segítségével végezhető el az érték szerinti területosztás. Az érték, amelyet eddig a számításokban alkalmaztak a földrészletre megadott AK érték volt. Itt lépne be a *földgyenérték szám*. Ez teljesen megfelel a feltételeknek, mivel ez a felosztandó földrészlet *Forintban* kifejezett értéke. Mivel ez is hasonló módon az AK-hoz egy értékmérő, így az behelyettesíthető forint mértékegységben.

A földgyenérték szerepe a kisajátítási eljárások kártalanításánál

A földgyenérték használata főleg olyan feladatok megoldásánál bír jelentőséggel, ahol elég gyorsan kell értéket képezni a különböző folyamatok meggyorsítása érdekében. Ilyen feladat például többek között kisajátítások esetében, csereterületek értékmeghatározásánál, művelésből történő kivonás esetében jelentkezik.

Példaként említem meg, amikor egy autópálya nyomvonalának tervezése történik, ennek előkészítő szakaszában előzetes kisajátítási eljárást indítanak. A tervezett nyomvonal helyét a nyilvántartási térképre felszerkesztik és ezek alapján kialakul a kisajátítandó terület határvonala, lényegében ez a munkarész az előzetes kisajátítási térkép. Az előzetes kisajátítási terv másik munkarésze a terület-kimutatás, amelynek a kisajátítás előtti része tartalmazza az ingatlan-nyilvántartási adatokat, a kisajátítás utáni állapot pedig a terület-elszámolást. Az előzetes kisajátítás alá eső területrészek nagysága rendelkezésre áll. A földgyenérték szám segítségével meggyorsul a kártalanítási összegek kiszámítása. Ez lehetőséget ad arra, hogy megindíthassák a kompenzációs folyamatot. Így lerövidül a tulajdonosokkal történő egyezkedésre fordítandó idő. Abban az esetben, ha nem fogadja el a tulajdonos a felajánlott kompenzációs összeget a jogi eljárás is meggyorsítható az előzetesen ismert kompenzációs összeg ismeretében.

Földgyenérték a földforgalom folyamatában

A Nemzeti Földalapkezelő Szervezet a törvényben meghatározott tulajdonostól pályázat alapján úgy vásárolhat az állam javára legalább 1 hektár, illetve legfeljebb 20 hektár területű, külterületi termőföldet, összesen nem több, mint 3 millió forint értékben, hogy annak ellenértékeként életjáradékot fizet e rendeletben foglaltak szerint. A tulajdonosokkal való egyezkedés kiindulásaként a földgyenérték segítségével meg lehetne gyorsítani a termőföld ajánlati árának meghatározását.

A kialakulatlan földpiac miatt a piaci adatok elemzésén alapuló értékek meghatározásához még az összehasonlító adatok beszerzéséhez nem áll rendelkezésre megfelelő adatbázis. Ez a tény is indokolja a földgyenérték használatát.

Megváltozott művelési ágak pótlási értékének meghatározása

A pótlási érték meghatározása a helyettesítési elven alapuló földértékelés, amely azt feltételezi, hogy a művelésből kivont föld termelése pótolható a megmaradt termőterületeken pótlólagos tökebefektetéssel. A többletbefektetés tőkésített értékét egyenlőnek tételezi fel a termelésből kivont föld árával.

Ennek meghatározására olyan esetekben van szükség, amikor a védett területeken lévő gazdálkodás korlátozás alá esik, amikor megszabják, hogy ott milyen földhasználati módot kell kialakítani.

4. ábra

Szélerőművek elhelyezésének terve

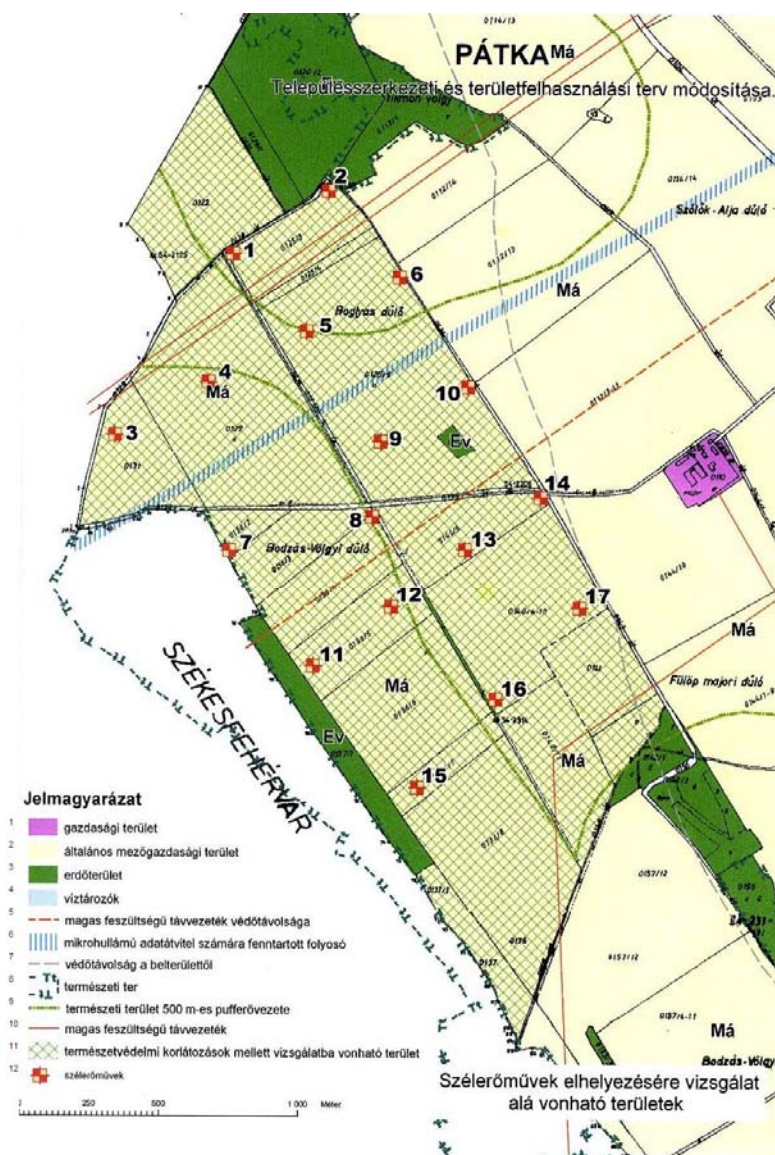


Figure 4: Planned Places of Windpowerstation

Legende: Agricultural-works(1), Agricultural land(2), Forest(3), Cathment area(4), Shelter belt of transmission line(5), Corridor of microwave transfer(6), Shelter belt of the built up area(7), Natureprotected area(8), Puffer zone of the nature protected area(9), High power line(10), Restrictive zone of natureprotected area(11), Windpowerstation(12)

A korlátokat általában jogszabályok, irányelvek rögzítik. Ez a jogszabály művelési áganként határozza meg a legfontosabb gazdálkodási szabályokat, amelyek a természeti értékek károsodásának kizárását, megelőzését biztosítják (művelési módok és időpontok meghatározása, tápanyag-utánpótlási feltételek, stb.). A védelmi jelleg elsődlegessége miatt olyan is előfordulhat, hogy az intenzív termelési módot tiltják. Ilyen esetben a megszorításokból származó jövedelem-kiesés és a felmerülő költségek különbsége miatt *a gazdálkodók kompenzációban részesülnek*.

A vizsgált területrészen a településszerkezeti és földhasználati tervek alapján szélerőművek létesítését tervezik (4. ábra). Területfelhasználás szempontjából az érintett területek nem nyilváníthatók beépítésre szánt területekké, így azok mezőgazdasági művelés alatt maradnak. Művelésből való kivonás a szélerőművek telepítési helyekre és bekötőutak területére várható. A kisajátítások esetében már leírtuk a földgyenérték használatának előnyeit, amit jelen esetben is hasonlóképpen lehet alkalmazni.

Megváltozott művelési ágak pótlási értékének meghatározása

A pótlási érték meghatározása a helyettesítési elven alapuló földértékelés, amely azt feltételezi, hogy a művelésből kivont föld termelése pótolható a megmaradt termőterületeken pótlólagos tőkebefektetéssel. A többletbefektetés tőkésített értékét egyenlőnek tételezi fel a termelésből kivont föld árával.

Ennek meghatározására olyan esetekben van szükség, amikor a védett területeken lévő gazdálkodás korlátozás alá esik, amikor megszabják, hogy ott milyen földhasználati módot kell kialakítani.

ÖSSZEFOGLALÁS

Ismert és elterjedt mérőszámokra (aranykorona, termőhelyi értékszám) alapozva került kidolgozásra olyan termőföld értékbecslési eljárás, mely bizonyos gyakorlati tevékenységek, eljárások során (földcsere, birtokrendezés, kisajátítás), mint egyenértékszám, kiinduló pontként alkalmazható.

Az értékbecslési eljárás modellterületén kipróbálásra került a föld-egyenérték szám használata, melynek során bebizonyosodott, hogy az a gyakorlatban is használható, és segítheti a birtokrendezést, a részarány-tulajdon rendezést, a birtokmérétekezést, a földkészlet-gazdálkodást, továbbá a földpiaci szereplőket (eladókat, vevőket) döntéseik magalapozásában

IRODALOM

- Bacsa I. (1989): Az aranykoronás földértékeléstől a komplex termőhelyi értékszámig. Geod. és Kart. : Budapest 1989/3, 166-171. p.
- Berdár B., Mizseiné Nyiri J. (2000): Az ingatlanértékelés gyakorlata Magyarországon. LIME projekt, Oktatási jegyzet. SE FFFK : Székesfehérvár. 104 p.
- Dorgai L. szerk. (2004): A magyarországi birtokstruktúra, a birtokrendezési stratégia megalapozása, Agrárgazdasági Tanulmányok, AKI : Budapest
- Dömsödi J. (2006): Földhasználat, Dialóg Campus, Bp-Pécs.
- Dömsödi J. (2007): A földértékelés módszertani elemzése (rendszerzése) és továbbfejlesztése, Geodézia és Kartográfia, 2007/3, 26-33. p.
- KSH (2000): Általános Mezőgazdasági Összeírás, 2000 – Területi Adatok
- KSH (2004): Magyarország mezőgazdasága 2003 Gazdaságszerkezeti Összeírás – I. kötet.

- KSH (2006): Magyarország mezőgazdasága 2005 Gazdaság szerkezeti Összeírás – I. kötet.
- Magda R., Szűcs I. (2002): Új irányzatok a földhasznosításban; Agroinform Kiadó : Budapest
- Szűcs I. (1998): A föld ára és bére, AGROINFORM Kiadó : Budapest
- Mizseiné dr. Nyíri J. (2004): "A földbirtok-koncentráció reális megalapozása" XIV. Országos térinformatikai konferencia. 2004. szeptember 23-24., Szolnok.
- Mizseiné Nyíri J. (2007): „Föld-egyenérték – mint birtokrendezési elem” PhD dolgozat tervezete, Munkahelyi vita, Székesfehérvár, 2007. 12.07., Székesfehérvár.
- Szabó Gyula (2001): Föld- és területrendezés I.; (Birtokpolitika, birtokrendezési modellek); Főiskolai jegyzet; Nyugat-Magyarországi Egyetem, Geoinformatikai Kar, Jegyzet, Székesfehérvár.
- Szabó Gy., témafelelős (2001): Birtokrendezés az ezredforduló küszöbén; OTKA (T 024 160) Kutatási Zárójelentés; Nyugat-Magyarországi Egyetem FFFK, Székesfehérvár.
- Szabó Gyula (2004): Föld- és területrendezés II. (Komplex területrendezés – erdőterképészet); Nyugat-Magyarországi Egyetem, Geoinformatikai Kar, Jegyzet, Székesfehérvár.
- Szabóné Kele G. (1999): A termőhelyi értékszám meghatározásának helyzete és a talajtérképes módszer országos befejezésének feltételei. In: Stefanovits P., Michéli E. (szerk.): A talajminőségre épített EU-konform földértékelés elvi alapjai és bevezetésének lehetőségei. MTA Agrártudományok Osztálya. AGROINFORM kiadó és nyomda : Budapest. 81-99. p.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Mizseiné Nyíri Judit

Nyugat-magyarországi Egyetem, Geoinformatikai Kar

8000 Székesfehérvár, Pirosalma u. 1-3.

University of West Hungary, Faculty of Geoinformatics

H-8000 Székesfehérvár, Pirosalma 1-3

Tel.: 22/516 529

e-mail: nyiri@geo.info.hu



Régészeti térinformatikai alkalmazás (Csörsz-árok)

Harkányiné Székely Zs., Benő D., Prunner A., Katona A.

Szent István Egyetem, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, 2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az értelmiség mindenkori felelőssége a kulturális, történelmi örökségeink megőrzése. A Csörsz-árok a legmonumentálisabb Kárpát-medencei építmény, mai tudásunk szerint ókori sánc-árok rendszer, ami végighúzódik az országon, Magyarország területén a Dunakanyar vidékéről indul ki, és végighalad az Alföld északi részén, majd délre fordul és az Al-Dunánál éri el a folyamat. Eredetileg átlagosan 8 m széles és 2,5 m mély. Készítése során 15 millió köbméter földmennyiséget mozgattak meg építői. A Szent István Egyetem Mezőgazdasági- és Környezettudományi Karán (Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet) és egyéb kutatók évek óta szívügyüknek tekintik a Csörsz-árok jövőjét. Kutatásaik célkitűzései a következők: A Csörsz-árok GIS létrehozása: A feltehetően szarmata kori és feltehetően védmű egész Magyarországon átfutó jellegzetes sánc-árokrendszer, egységes térinformatikai rendszerbe helyezve a legkülönbözőbb információkat (régészeti, távérzékelési, történelmi térképi, régészeti leletek, paleobotanikai, paleo-klimatológiai adatok) nyújtja, melyek segítségével környezeti rekonstrukció hajtható végre. Környezeti rekonstrukció A környezeti rekonstrukció célja az eddigi eredmények összegzése, új szempontok feltárása. A kutatáshoz a régi korok és a mai környezeti (domborzati, klimatológiai, talajtani, hidrológiai, botanikai, zoológiai) és tértudományi (történelmi és mai térképek, légi felvételek, űrfelvételek, GPS- és geodéziai felmérések) adatokat dolgozunk fel, valamint régészeti leletek nyújtotta információkat, történelmi adatokat, az árokhoz köthető mondákat, régéket dolgozunk fel és a nyelvi vonatkozásokat is. Környezetgazdálkodás (védelem, karbantartás, tanösvény kialakítás, turizmus) A folyószabályozások, az erdőművelés, a nagyméretű szántók kialakítása sok helyen elpusztították a sáncrendszereket, melyek régészeti kutatása segítené megérteni a honfoglalás előtti Kárpát-medencei népek történetét, életmódját és következtethetnénk tájhasználatukra. A sánc-árokrendszer sok helyen ki van téve a pusztulás veszélyének, mivel kevés olyan szakasz van, amelyik védett területen halad keresztül. A Csörsz-árok védetté nyilvánítását, karbantartását célozzuk meg, később rekonstrukcióvégrehajtván, virtuális, majd lehetőség szerint valódi tanösvényt kialakítva bevonjuk a Gödöllő környéki történelmi turizmusba. Az Anglia és Skócia között húzódó ugyancsak római kori Hadrianus vonal és kiegészítése az Antoninus fal már a Világörökség részei.

(Kulcsszavak: Csörsz-árok, alkalmazott térinformatika, régészeti térinformatika, humántérinformatika)

ABSTRACT

Geoinformational archeological application (Csörsz-ditch)

Zs. Harkányiné Székely, D. Benő, A. Prunner, A. Katona

Szent István University Gödöllő, Institute of Environmental and Landscape Management, H-2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

The Csörsz Ditch (also known as Ördög - or in english The Devil's Ditch") is an earthwork spanning a total of 1260 kms that enfolds the Great Hungarian Plain. The width of the ditch

varies from 3.4 to 8 m. Its depth is 1.5 – 3 m from the current surface. The surviving parts of the vallum are about 2 m high. The system is composed of two, three, or even, at several points, four lines. The starting point of the ditch is the bank of the Danube, almost opposite Aquincum, the capital of Pannonia Inferior. From here it runs almost exactly from east to west and turns to the south below Nyíregyháza. From here it passes the eastern part of the Hungarian Plain, crosses the Banat and ends at the lower Danube opposite Viminacium in Moesia Superior. (Kulcsár) The Csörsz-ditch maybe constructed by nations Sarmatae, environ the II. - III. century. The archeologists don't know exactly why does it building for. At the bord-line of Gödöllő and Valkó we can identify the ditch. Our work concentrate for that area, because here the ditch we found in a very good estate. In the course of our work we used the three hungarian military survey's maps and topographic maps. For first we roamed the department of Csörsz-ditch's near Gödöllő and we use a GPS to identify the ditch in digital form. On the first military survey's map (between 1763 - 1787) we can find the Csörsz-ditch, but forasmuch it hasn't got a projection base, we cant put into a GIS, but it has gave us some very important informations about the ditch. The second (between 1819 - 1869) and the third military survey's maps (1869 - 1887) have a projection base and hereby we can use that in ArcView 3.0. You can see that two maps where we sign the ditch what we found in the other maps and our GPS points too. On the topographic map, we can identified the line of the ditch, but signed like a road, not like a ditch, that is why we want to concrete that line and draw to the present-day maps signed as a ditch. In the future we will want to realize a complete environmental reconstruction in a court departement of Csörsz- ditch near Gödöllő, to establish a study path along the ditch. After all we want to take it into the tourism, because in Gödöllő there is only one of sight: the Castle of Grassalkovich.

(Keywords: Csörsz-ditch, applied GIS, geoinformatical archeological application, human GIS)

BEVEZETÉS

A Csörsz-árok a legmonumentálisabb Kárpát-medencei építmény a Dunakanyar vidékéről indul ki, és végighalad az Alföld északi részén, majd délre fordul és az Al-Dunánál éri el a folyamot. (Soproni, 1969.) A Duna-Tisza közti szakaszt, ahol három sánc fut párhuzamosan, Csörsz-ároknak, a Tiszántúlit, ahol 2-4 sánc halad párhuzamosan, (a negyedik Magyarországon kívül Románia területén fut) Ördögároknak nevezi a népnelv (*1. ábra*). Az előbbi osztás tovább bontható: a Duna-Tisza közti Kisárokra és Csörsz-árookra, a Tiszántúli bánátira és Berettyó-, Körös-menti Ördögárookra. Egy másik felosztás a Tiszántúli sáncokat legbelső, belső, és külső szakaszra osztja. A sánc nem minden helyen követhető nyomon egyértelműen, egyes szakaszok megsemmisültek, betemették, beszántották, így csak fúrásokal, kartográfiai módszerekkel, légi felvételek segítségével lehet következtetni a nyomvonalra. (Garam-Patay-Soproni, 2003.) Az egész árokrendszer hossza 1260 km, szélessége 3,4 – 10 m között változik, mélysége 1,5-3 m a jelenlegi szinttől mérve. A megmaradt sáncok kb. 2 méter magasságúak (Istvánovits-Kulcsár, 2000.) A sánc Ny–K irányú szakaszán (Dunakanyar – Debrecen, Újfehértó) az árok a sánc északi oldalán, míg az É–D irányú (Debrecen – Al-Duna) esetén a keleti oldalon található. (Soproni, 1969.)

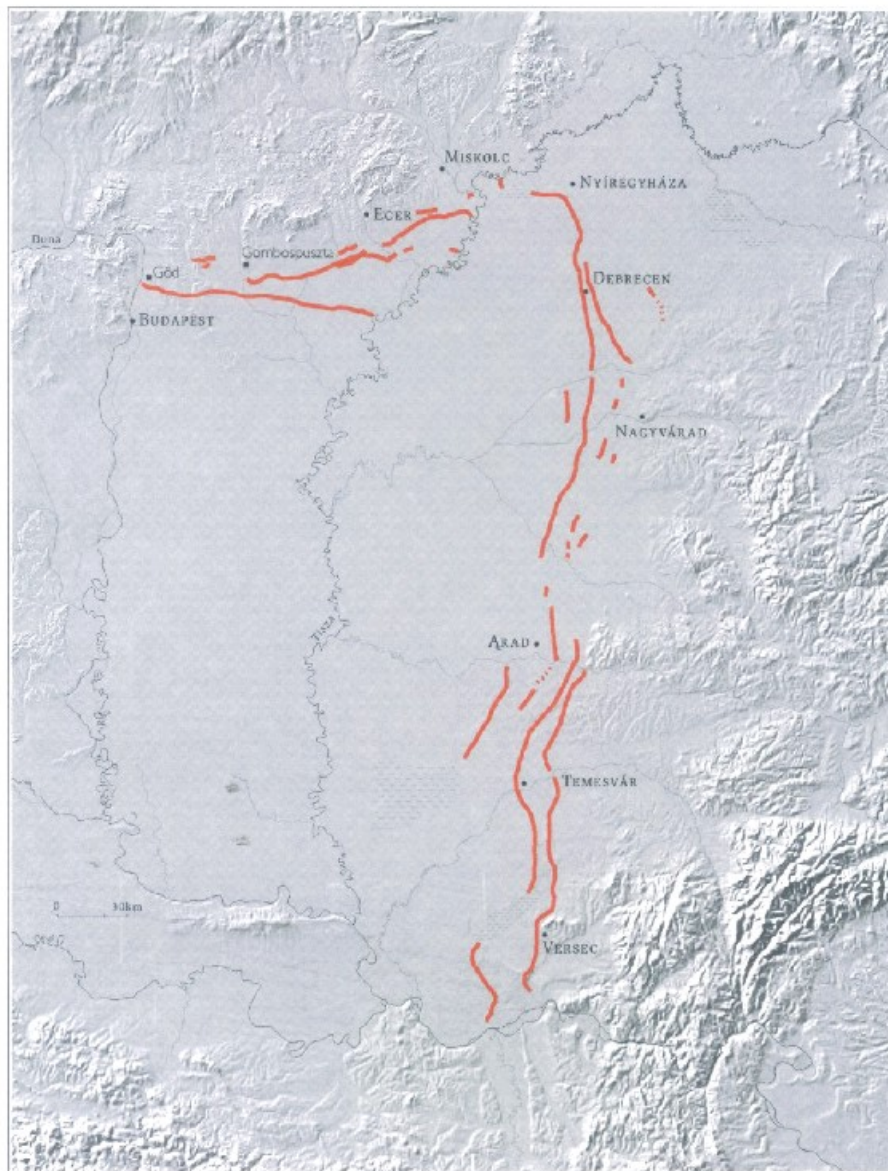
Egyes vélemények szerint a sánc-árokrendszert a rómaiak irányításával, az Alföldön akkoriban élő szarmaták építették a Kr.u. 4. század első felében, I. (Nagy) Constantinus uralkodása (Kr.u. 306-337) alatt. (Soproni, 1969)

A Kr.u. 4. század utolsó évtizedéig, mint a rómaiak előretolt védelmi vonala a népvándorlás népeinek támadásait volt hivatott kivédeni és elterelni. Az eredetileg 5-8 m

széles és 2-3 m mély árok (egyres szakaszokon elérte a 4- 6 m mélységet is), belső oldalán az árokból kitermelt földmennyiséget sáncként halmozták fel , amely az évszázadok folyamán erősen lepusztult.

1. ábra

A Csörsz-árok földrajzi elhelyezkedése



Forrás (Source): Garam-Patay-Soproni (2003)

Figure 1: Geographical position of Csörsz-ditch

Épebb állapotban maradt összefüggő szakaszai Dormánd, Erdőtelek, Debrecen, (Nagyerdő) és Gödöllő határában találhatók. (Garam és mtsai., 2003.)

A régészti ásatások során a sánc-árokrendszer mellett római katonai tábor (Felsőgöd) és őrállomás (Hatvan) került elő. (Soproni, 1969)

A Csörsz-árok azon képződményekhez tartozik melyeket a népnyelv ördögároknak, ördögszántásnak, (tündérek útjának, kakasborázdának) is nevez. Hívják még Óriások árkának is az Árpád-kori oklevelekben. Ezen objektumok nem egy időből származnak és nem egy néptől. Többnek eredete ismeretlen illetve egyes árkokról még nem eldöntött, hogy emberi kéz műve vagy természetes eredetű-e. (Révai et al., 1994.)

A Magyar utónévkönyv szerint Csörsz bizonytalan eredetű (valószínű szláv eredetű) régi magyar személynév jelentése feltehetőleg fekete (ökör, marha). (Ladó és Bíró, 2005.)

Az első írásos nyom IV. Béla 1267. évi zátyi apátság 1067 körüli alapítólevelének megerősítő okiratában szerepel egy határleírás kapcsán. (Balás, 1961.)

A Csörsz-árok egy másik említése a XVI. századi Székely István reformátor, író művében a Chronica ez vilagnac yeles dolgairól (más néven Krakkói Krónika) című könyvében jelent meg 1559-ben Krakkóban. (Soproni, 1969.) Székely István a 718-as évre vonatkozóan ír Csörsz árkáról, amelyben megemlíti, hogy az Attila előtt itt élt népek készítették az ország védelmére. (Balás, 1961.) Székely szerint a sánc egy szkíta királytól eredeztethető, méreteiről így ír:

„...akort nag mell volt mint most eg varos arokia es a tetein eleuen fac voltak ultetuen kinec az giukerei meg tartottac a toltest hog be ne omollion kiken kapuc voltanac es es ör alloc...”

Lengyel Dénes feldolgozása szerint így szól a monda: Réges-régen, még a magyarok honfoglalása előtt, amikor Pannónia földjén a longobárdok éltek, a nép felett Rád király uralkodott. Ez a király valóságos óriás volt, rettegett tőle mindenki. De Frigyes király erős sereggel mégis megtámadta, s ekkor Rád is fegyverbe szólította a népet. Üzent szövetségesének, Csörsz avar királynak is, hogy nagy bajában segítse meg. El is jött Csörsz király minden hadával, és együtt úgy megverték Frigyes király seregét, hogy hírmondó sem maradt belőle. Amikor a csatának vége lett, Rád király nagy lakomát rendezett királyi palotájában. Patakokban folyt a bor, s akkora volt a jókedv, hogy még a sánta is táncra kerekedett. Egyedül Csörsz király nem táncolt, egyre csak a szép Délibábot, Rád király csodaszép lányát nézte. Hiszen nézhette is, mert olyan szépet még nem látott. Addig-addig nézte a szép lányt, míg egyszer azt mondta a királynak:

- Országodat, népedet a pusztulástól megmentettem, mármost add nekem a lányodat, feleségül kérem.
- Legyen a tiéd, de csak úgy adom, ha vízen viszed haza.

Megértette a szót az avar király, hogyne értette volna! Mindjárt hozzáfogott egész népével: folyómedret ástak, hogy vízen vigyék haza az új asszonyt. Folyt a munka éjjel-nappal, mélyítették a medret, ásták az árkot. Amint javában dolgoztak, egyszer csak nagy vihar kerekedett. Csapkodott az istennyila, s hát egyszerre az ég tüzes villáma leütötte lováról Csörsz királyt. Az avarok királya abban a helyben meghalt. A munkát mindjárt abbahagyták, de emléket őrzi Ároktő község a Tisza füzes partján, őrzi Árokszállás, amely az árok végénél épült, ahol a nép megszállt. Az árok ma is az avar király nevét viseli, Csörsz árkának hívják. (Lengyel, 1978)

Ismert egy másik monda Rapsonné vára néven, mely a Kis-Küküllő, illetve Parajd közelében terjedt el. Rapsonné az erdélyi mondákban mint tündér-boszorkány féle alakként tűnik fel. A Csörsz -árokhoz kapcsolódóan a fent említett tündér a várától

Kolozsvárig (más változatokban Tordára) utat épített az ördöggel. Rapsonné azonban nem adja meg a kért fizetséget, ezért az ördög lerombolja a felépített utat. E monda alapján nevezik a sáncot Rapsonné útjának. (*Ortutay és mtsai.*, 1981)

Egyes mondák a Csörsz-árkot a hunokhoz kötik. E szerint mikor Attilát temették a Tiszába, a folyót el kellett terelni ideiglenesen, s ennek nyoma a sáncrendszer. (*Szárász*, 2004)

A Csörsz árok eredetéről Tompa Mihály, jeles költőnk „Népregék” című könyvében is megemlékezik.

A kutatómunka célkitűzései

A Szent István Egyetem Mezőgazdasági- és Környezettudományi Karának tanszékei, illetve hallgatói és egyéb lelkes amatőr kutatók évek óta figyelemmel kísérik a Csörsz-árkot.

A Csörsz-árok és környezetének térképezése

A hatvanas évek nagyüzemi gazdálkodása gyakorlatilag eltüntette a szántóföldeken áthaladó Csörsz-árkot. Térképezési munkálataink részben a sánc-árokrendszer futásának pontosítását jelentik. Az új technikai feltételek új lehetőségeket tárnak fel. A GPS-es és a modern szintező felmérésekkel pontosítani lehet a már felmért szakaszokat. A nagyméretarányú térképeken az árkok pontos mélységét, jelenlegi állapotát, méreteit is ábrázolni fogjuk. A légifotók, űrfelvételek alkalmazásával pedig a feltáratlan vagy bizonytalan szakaszokra kaphatunk választ. A megbolygatott talaj az űrből is látszódik a szántóföldeken, a nyílt területeken (mezők, rétek) a volt árkon meghonosodó növényzet, vagy az új ültetésű erdők eltérő lombosodása (az árokban felhalmozódott humusz tápanyagtartalma miatt), stb. mind -mind elősegítik a pontosabb térképezést, az országos léptékű térképhelyesbítés.

A Csörsz-árok térinformatikai rendszerbe való beillesztése

A GIS használata lehetővé teszi, hogy egyetlen rendszerbe lehessen integrálni a teljesen különböző szakterületek grafikus és alfanumerikus adatait. Ez részben a mai legkorszerűbb keretet adja az eredmények szintetizálásához, részben új lendületet adhat a vonatkozó kutatásoknak. Pl. a csillagászati és régészeti eredmények együttes vizsgálatával kutatni kellene, hogy a Tejút népi elnevezése (a Tündérek útja) és a Csörsz-árok erdélyi Tündérek útja elnevezése a között van-e valamilyen összefüggés? Létezik-e csillagászati vonatkozása a Csörsz-ároknak, ami a kínai Nagyfalhoz hasonlóan monumentális építmény és országot átszelő hosszan kanyarodik a felszínen.

Vajon a ma sánc-árok rendszernek vélt képződmény lehetett-e úthálózat része és van-e köze az ároknak a vízelvezetéshez?

Környezeti rekonstrukció végrehajtása

A környezeti rekonstrukció célja az eddigi eredmények összegzése, új szempontok feltárása, valamint egy kisebb szakasz helyreállítása olyan formára, ahogyan azt elődeink megépítették. A kutatáshoz nem csak a régi korok és a mai környezeti (domborzati, klimatológiai, talajtani, hidrológiai, botanikai, zoológiai) és tértudományi (történelmi és mai térképek, légi felvételek, űrfelvételek, GPS- és geodéziai felmérések) adatokat dolgozunk fel, hanem nagy hangsúlyt kapnak a régészeti leletek nyújtotta információk, a történelmi adatok, valamint az árokhoz köthető mondák, regék, mesék és a nyelvi vonatkozások feldolgozása is. Mindezen adatok figyelembevételével egy olyan rendszer dolgozható ki, amely az archeológusok számára egy messzemenően új módszertani lehetőséget ad.

Környezetgazdálkodás (védelem, karbantartás, tanösvény kialakítás, turizmus)

Megvizsgáltuk a Csörsz-árok környezetgazdálkodási vonatkozásait. A 19. századtól kezdve az ember sokkal nagyobb hatást gyakorolt környezetére, mint azelőtt. A folyószabályozások, a nagyméretű mezőgazdasági területek kialakítása sok helyen elpusztította a sáncrendszereket, melyek régészeti kutatása segítene megérteni a honfoglalás előtti kárpát-medencei népek történetét, életmódját és következtethetnénk tájhasználatukra.

A sánc-árokrendszer ma is sok helyen ki van téve a pusztulás veszélyének, mivel kevés olyan szakasz van, amelyik védett területen halad keresztül.

Az archeobotanika és archeozoológia segítségével rekonstruálni lehet az akkori Alföld növény-, és állatvilágát, segítve ezzel a természetvédelmi kezelések tervezését. Célunk a Csörsz-árok Gödöllő környéki védetté nyilvánítása, karbantartásának megszervezése, később egy szakasz rekonstruálása, tanösvényt kialakítása, bevonása a Gödöllő környéki történelmi turizmusba. Fontos feladatunk az országos védettség megszerzése. További hosszú távú cél a Csörsz-árkot a Világörökség részévé tenni, mely csak nemzetközi összefogással valósítható meg, mivel a sánc-árokrendszer déli szakasza jócskán túlnyúlik Magyarország határain. Az Anglia és Skócia között húzódó ugyancsak római kori Hadrianus fal és kiegészítése az Antoninus fal (2. ábra) már a Világörökség részei lettek. Ez utóbbi cél a művelés alól való kivételt jelenti így ezekre a területekre kompenzációt kell fizetni.

2. ábra

Fénykép az Antoninus falról



Forrás (Source): www.mult-kor.hu/cikk.php?article=15224

Figure 2: Photo about Wall Antoninus

Köztudatba való beillesztés

Céljaink között szerepel továbbá a Csörsz-árok megismertetése a társadalommal figyelemfelkeltéssel, előadásokkal, kiállításokkal, történelmi játékokkal, turista útvonalak beillesztésével. A köztudatba való bevonása azért fontos mert még a gödöllőiek többsége sem ismeri a gödöllő- Valkói szakaszt, így jelentős történelmi emlék merül feledésbe (3. ábra).

3. ábra

Fénykép a Csörsz-árok Valkói szakaszáról



Fotó (Photo): Benő D.

Figure 2: Photo of the Csörsz ditch in Valkó

ANYAG ÉS MÓDSZER

Munkánk során a rendelkezésre álló térképek felhasználásával dolgoztunk. Megvizsgáltuk a történelmi térképek tartalmát témánk szempontjából. Mikovinyi Sámuel kb. 1: 120 000-es méretarányú színezett kéziratán (1731-ből, a Hadtörténelmi Térképtárból) Kunszentmártonynál, a Körösök túlsó partján húzódik a mocsáron keresztül egészen a térkép (4. és 5. ábra) széléig a kétvonalas útként jelölt Csörsz-árok. (Papp-Váry, 2002.)

4. ábra

Mikovinyi Sámuel térképe 1731. – I.
kb. M= 1:120 000

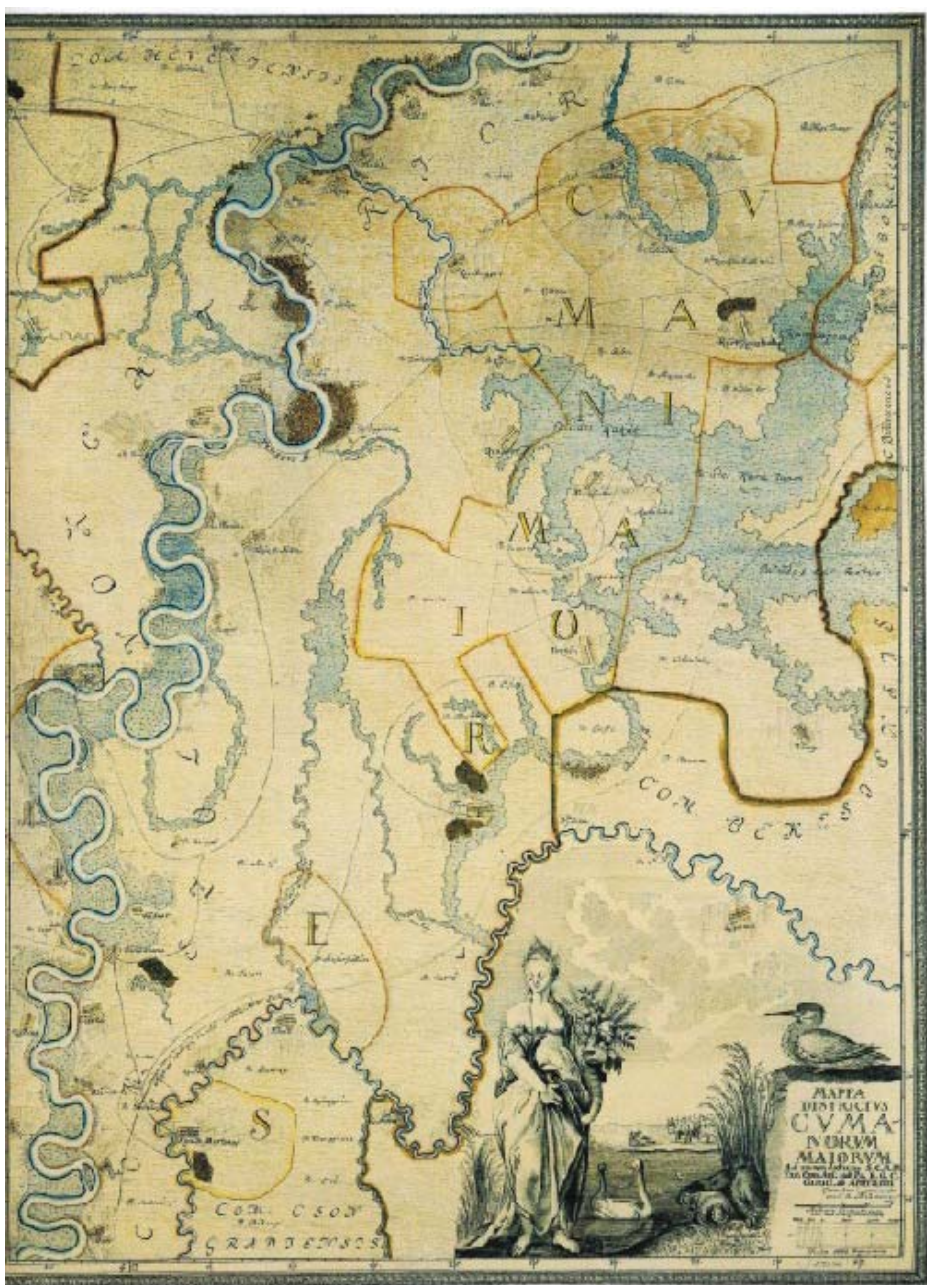


Figure 4: Map of Sámuel Mikoviny 1731. – I.

5. ábra

Mikovinyi Sámuel térképe 1731. – II.

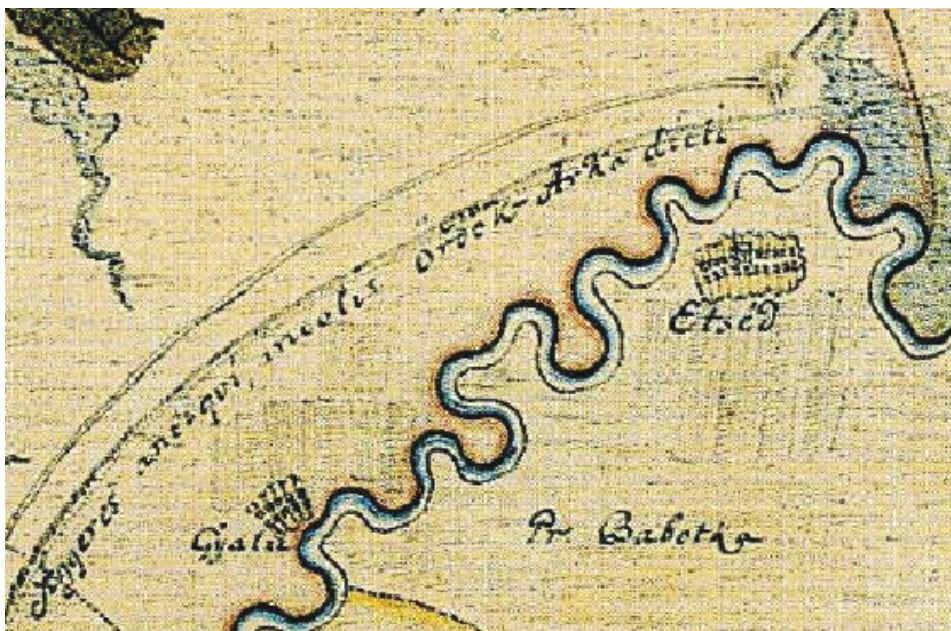


Figure 5: Map of Sámuel Mikovinyi 1731. – II.

Luigi Ferdinando Marsigli 1741-es római maradványokat bemutató térképén (6. ábra) (réznyomat, 54×35,5cm, az áttekintő térképek méretaránya 1:163500, OSZK Térképtár , TA 277) kis négyzetekkel, kettős körrel jelzi az egykori településeket, kettős vastag vonallal az egykori véderőművek maradványait, kettős vékony vonallal a birodalmi utak futását. Így jelölte a Csörsz-árkot is. Csillag mutatja azokat a településeket, ahol a szakirodalom is említi egykori maradványokat. A térképen kétféle névírás van. A római irodalomból ismert, leletekkel azonosított helyű települések római elnevezését álló betűkkel, a Marsigli korában használt, vagy leletekkel nem azonosított településneveket pedig dőlt betűvel írták a térképen. (Papp-Váry, 2002)

Az 1771-es Müller Ignác térképén (rézmetszet, 241×203,5cm 4. sor 3. oszlopban a szelvények mérete változó M = 1:360000, OSZK Térképtár TM 6712) a Körösöknél fut végig az Ördög árok "Szolnok exterior"szöveg alatt vonalas elem megírása: az Ördög árka. (7. ábra) Árokszállás és Halászi közt a "Cséres árka". (Papp-Váry, 2002)

Jászfényszaru egykori híres térképészének Bedekovich Lőrinc a Jászságról és a két Kunságról 1823-ban kiadott (8. ábra) térképén (Papp-Váry, 2002) Csörsz-árkot (piros), Kis-árkot (kék) és délen egy Ördög árkot (pink) is feltüntet (Farkas Kristóf Vince jelzése).

Beszédes József, a magyar vízszabályozás és az ehhez kapcsolódó térképezési munkák kimagasló képviselője könyomatos (9. ábra) A Körös szabályozásának terve c. térképén (kéziratos, nagyság 157×70,5cm méretarány 1:59000, OSZK Térképtár, TK1342 Az 1838 -as Körös szabályozási terv térkép) is találkozunk az Ördög-árokkal. (Papp-Váry, 2002)

6. ábra

Luigi Ferdinando Marsigli térképe 1741.
M= 1:103 061



M= 1:400 000

Figure 6: Map of Luigi Ferdinando Marsigli 1741.

7. ábra

Müller Ignác térképe 1771. M= 1:360 000



Figure 7.: Map of Ignác Müller, 1771.

8. ábra

Bedeckovich Lőrinc térképe 1823. kb. M= 1:120 000

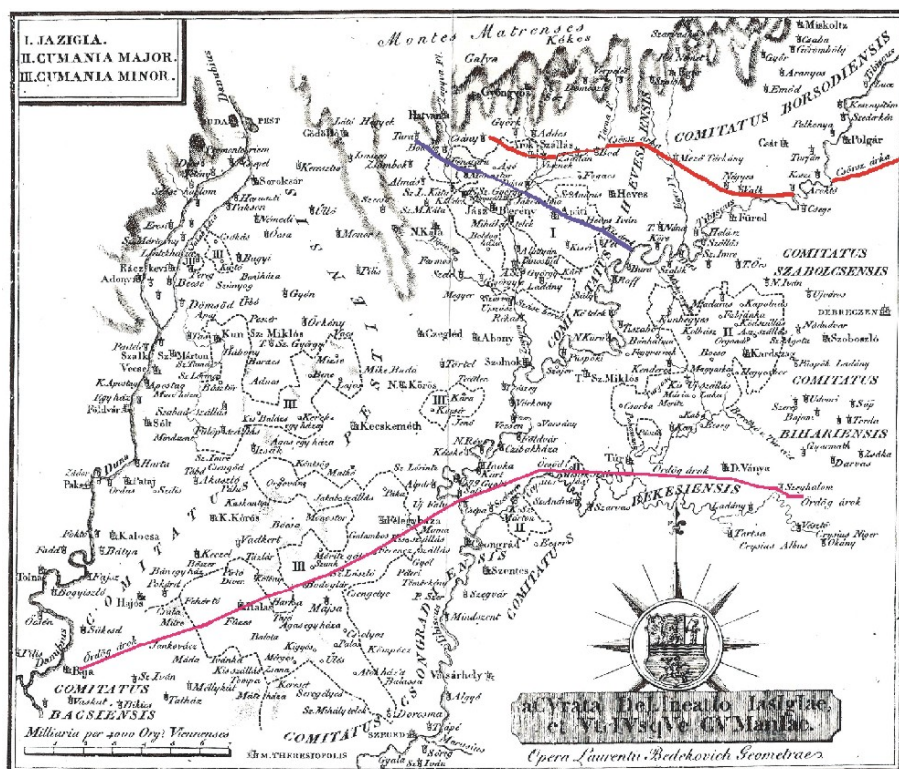


Figure 8: Map of Lőrinc Bedeckovich 1823.

9. ábra

**Beszédes József térképe 1838.
M= 1:59 000**

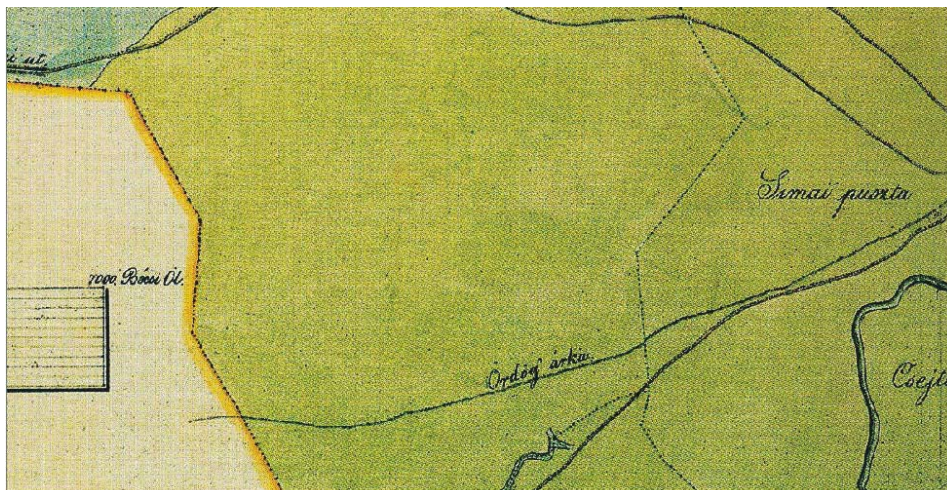


Figure 9: Map of József Beszédes 1838.

A három katonai felmérés térképi anyagát és Magyarország topográfiai térképét hasonlítottuk össze egymással és az általunk terepen, GPS-el mért adatokkal, majd mindezt térinformatikai szoftver segítségével ábráztuk. Másrészt, Patay Pál által mért és ábrázolt térképeket használtuk fel az árok azonosítására és pontosítására.

Mivel csak a második és harmadik katonai felmérés illetve a topográfiai térkép rendelkezik vetületi alappal, ezért a digitális adatfeldolgozást erre a két térképre vetítve tudtuk elvégezni, ennek ellenére az első katonai felmérés is fontos információt tartalmaz (10. ábra), ugyanis a vizsgált szakaszon (Gödöllő-Valkó) csak ezen a térképen ábrázolják folytonosan a Csörsz-árkot.

A második (11. ábra) és harmadik katonai felmérés térképén (12. ábra) már nem volt folyamatos az árok, csak kisebb szakasza látható. Ezekre a térképekre GPS által vittük fel a nyomvonalat. A harmadik katonai felmérés térképén feltehetően az árok vonalát egy útként jelölik (12. ábra), amit a topográfiai térképen is beazonosítottunk (13. ábra) és összevetve a két eredményt, arra a következtetésre jutottunk, hogy valószínűleg, ez a két jelölés ugyanazon „utat”, de feltételezésünk szerint a Csörsz-árok vonalát mutatja. A két térkép közötti eltérés a harmadik katonai felmérés térképének hibaszázalékából adódik.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A GPS-szel felmért szakasz környékéről háromdimenziós TIN (triangulated irregular network=szabálytalan háromszögháló) modellt készítettünk az M=1:10000-es méretarányú topográfiai térkép segítségével kétszeres magassági torzítással. Ennek segítségével vizsgálni lehet a domborzati viszonyokat, a lehetséges erózió által veszélyeztetett területeket illetve az objektum és a terep viszonyát.

10. ábra

A Csörsz-árok az első katonai felmérésen
M= 1:28 800



Figure 10: The Csörsz-ditch on First Military survey

11. ábra

A Csörsz-árok a második katonai felmérésen
M= 1:28 800

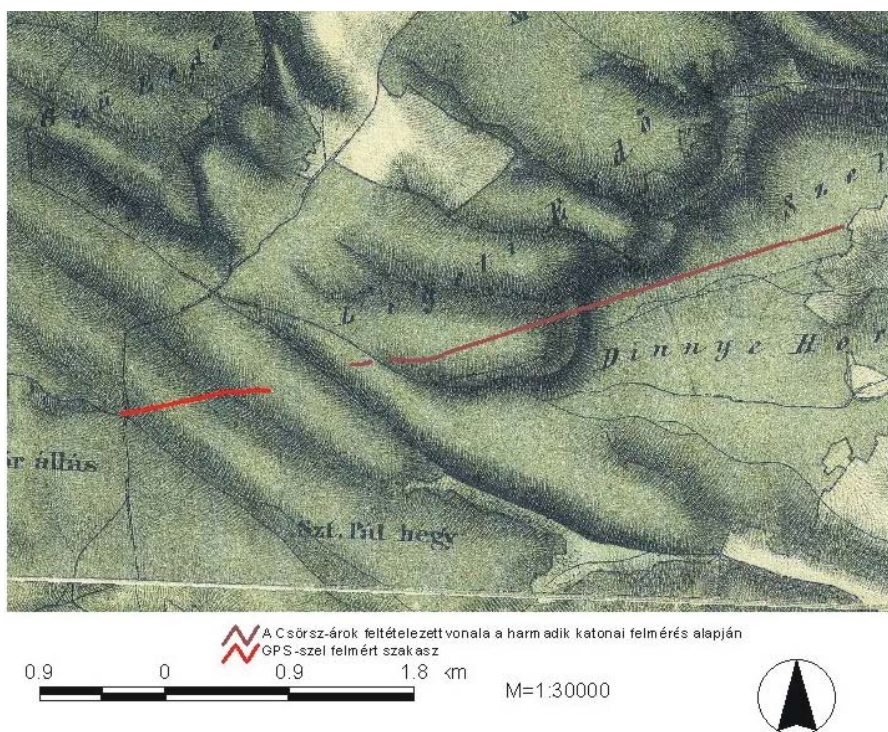


Figure 11: The Csörsz-ditch on Second Military survey

12. ábra

A Csörsz-árok a harmadik katonai felmérésen
M= 1:25 000

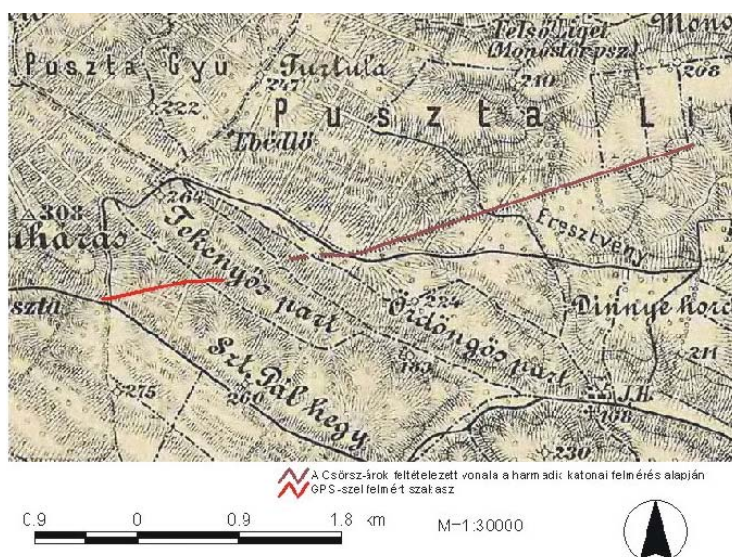


Figure 12: The Csörsz-ditch on Third Military survey

13. ábra

A Csörsz-árok a topográfiai térképen

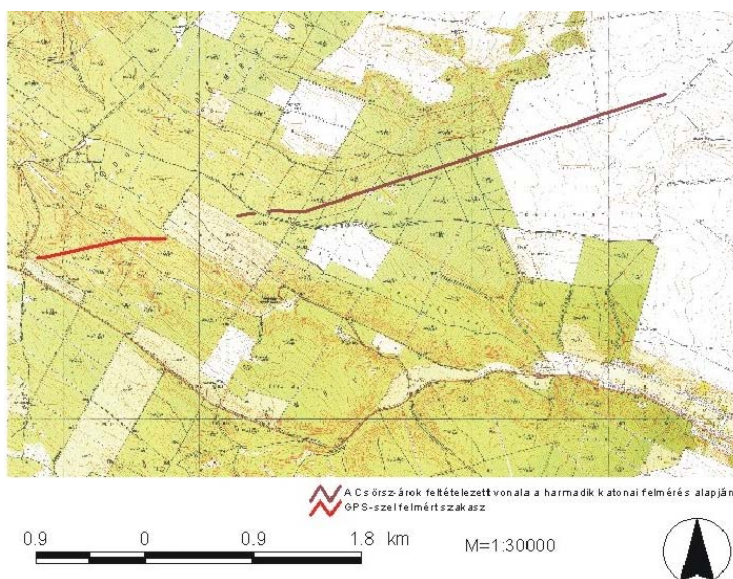


Figure 13: The Csörsz-ditch on Topography map

A modell elkészítésének első fázisa a szintvonalak digitalizálása volt a georeferált topográfiai térképről, melyeket feltöltöttünk magassági adatokkal. Az alapszintvonalak közötti távolság 2,5 méter. Ezután a program egy szabálytalan háromszögekből álló hálózatot alakít ki, s egy speciális megjelenítővel három dimenzióban megtekinthető az adott tereprészlet. (14. ábra)

14. ábra

**A gödöllő- Valkói szakasz látványa északról
(A Csörsz-árok vonalát a piros pontok sorozata jelzik)**

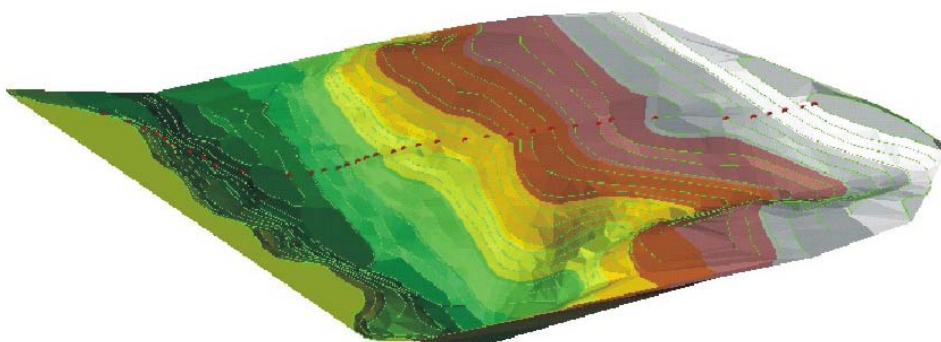


Figure 14: View of section Gödöllő-Valkó from north (the line of Csörsz ditch signed by red points)

- Munkánk során térképen pontosítottuk a Csörsz-árok Valkói szakaszát GPS segítségével és ábrázoltuk M=1:10000-es méretarányú topográfiai térképen.
- Vizsgáltuk, hogy a régi és mai térképeken hogyan, mennyire jelenik meg a Csörsz-árok vonala.
- Történelmi térképeken vizsgáltuk a Csörsz-árok ábrázolásokat (Mikovinyi, Marsigli, Müller, Bedekovich, Beszédes).
- Földrajzi információs rendszer alapadatbázist hoztunk létre a vizsgált területhez (Gödöllő-Valkó) kapcsolódóan az alábbi térbeli adatokból:
- Katonai felmérések: első, második, harmadik katonai felmérés
- mai térképek: M=1:10000 topográfiai, M=1:50000 turista térkép
- Patay hatvanas évekbeli M=1:50000-es felmérése
- Saját mérésű GPS-es adatok
- Úrfelvétel: SPOT 5, Google Earth
- Szintezési adatok M=1:750 hosszmetesz, M=1:75 keresztmetesz
- Domborzati adatok: háromdimenziós TIN modell (triangulated irregular network=szabálytalan háromszögháló), lejtőkategória térkép M=1:10000 topográfiai térkép alapján.
- Védett területek: Gödöllői-dombság Tájvédelmi Körzet, Natura 2000
- A földrajzi információs rendszerhez kapcsolódóan leíró adatokat gyűjtöttünk össze:
- Paleoklimatológiai, paleobotanikai adatok
- Gödöllői-dombság természeti adottságai (földtani, talajtani, domborzati, hidrológiai, botanikai, zoológiai adatok)
- Fényképi adatok

- Régészeti GIS adatelemzést végeztünk, a térképi, távérzékelési és domborzati felméréseket vetettünk össze, vizsgáltuk a pontosságukat:
- Kerestük a sánc-árok rendszer nyomait SPOT 5 és Google Earth felvételeken.
- Összehasonlítottuk hogy az egyes térbeli adatok mekkora hibával, milyen pontosan jelennek meg
- Bemutattuk, hogyan kell eljárni a hasonló kutatások során, milyen jogi lépéseket kell megtenni, a 18/2001 (X. 18) NKÖM rendelet alapján milyen engedélyeket kell beszerezni. Folyamatban van a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal engedélyezése a további kutatásokhoz.
- Ismertettük a múltbeli és a jelenlegi veszélyeket, a folyószabályozás, az erdőművelés, a hatvanas években létrejött termelészövetkezetek által gyakorolt káros hatásokat.
- Megnéztük, mekkora szakaszok esnek védett területre (természetvédelmi területek, Natura 2000 területek). Kerestük a jogi védelem lehetőségét, mely törvények, rendeletek jöhetnek szóba. Taglaltuk az ex lege védettség hatékonyságát.
- A védelem és a köztudatba való helyezés érdekében kerestünk módszereket, hogyan lehet felhívni a társadalom figyelmét a Csörsz-árokra az óvodás kortól a felnőtt korig. Ismeretterjesztő weblapot készítettünk a sánc-árok rendszerről, kihasználva az Internet adta lehetőségeket.
- Publikáltunk szaklapokban és konferenciákon. Vizsgáltuk a turizmusba vonás lehetőségeit, megnéztük, milyen hasonló példák vannak külföldön és itthon. Példát vettünk Bettendorfból Holzhausen, Hunzel, Pohl, Miehlen német települések környékén kialakult limestúrákról. Angol példaként említettük a Hadrianus falat, mint a Világörökség részét, illetve bemutattuk az itthoni Debrecen és Polgár település mellett felépített archeoparkot. Vizsgáltuk, mennyire hiteles a Polgáron elkészült Csörsz-árok rekonstrukció, milyen hibája van, és mivel támasztottuk alá állításunkat.
- Megnéztük, milyen lehetőségek vannak Gödöllő környékén bevonni a Csörsz-árkot a turizmusba, kik lehetnek ebben érdekeltek (Gödöllői-dombság Tájvédelmi Körzet, Pilisi Parkerdő Zrt, Valkó település). Vizsgáltuk, hogy beilleszthető-e a Heritour által szervezett „Ökológiai barangolás Gödöllő környékén” című tematikus körútba mind funkcionálisan, mind földrajzilag.
- Pályázatot benyújtását tervezzük a Csörsz-árok valkói szakaszának rekonstrukciójára a Pilisi Parkerdő Zrt-vel, a Pécsi Légitérészeti Tékával, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Fotogrammetriai és Térinformatikai Tanszékével konzorciumban.

KÖVETKEZTETÉSEK

- További pontosításokat kell végezni az eddig ismert szakaszokon, illetve beazonosítani a fel nem tárt szakaszokat. Ezeket a feladatokat mind a Gödöllő környékének szakaszairól, mind országos szinten is el kell végezni.
- Országos szinten földrajzi információs rendszert kell felépíteni a gödöllő-alkői szakaszhoz hasonlóan:
- Katonai felmérések: első, második, harmadik katonai felmérés
- mai térképek: M=1:10000 topográfiai
- Patay hatvanas évekbeli M=1:50000-es felmérése
- GPS adatok
- Űrfelvételek, légifotók
- Szintezési adatok M=1:750 hosszmetesz, M=1:75 keresztmetesz

- Domborzati adatok: háromdimenziós TIN modell (triangulated irregular network=szabálytalan háromszögháló), lejtőkategória térkép M=1:10000 topográfiai térkép alapján.
- Védett területek: természetvédelmi területek, Natura 2000
- A fentiekkel bővíteni kell a Kreybig és Géczi talajtérképekkel, lefolytatott ásatások adataival.
- Talajtani kutatásokat, ha mód van rá, további ásatásokat kell folytatni, kitérve a paleoklimatológiai, paleobotanikai és paleozoológiai vizsgálatokra is. Ezek eredményeit szintén meg kell jeleníteni a fent említett földrajzi információs rendszerbe.
- A további kutatás során a Pécsi Légitérkezési Téka segítségével meg kell keresni a hiányzó szakaszokat. Ahol ez távérzékeléssel már nem valószínűsíthető meg, akkor talajtani módszerekkel, fúrásokkal kell a sánc-árok rendszer nyomvonalát pontosítani. Ezt nemcsak Gödöllő környékén, hanem országos szinten is végre kell hajtani.
- Kezdeményezni, illetve folytatni kell a védetté nyilvánítás folyamatát. A végső cél a Világörökséggé nyilvánítás.
- Meg kell valószínűsíteni a köztudatba vonást az e munkában taglaltak szerint az óvodás kortól a felnőtt korig. Ki kell használni a technika és a média adta lehetőségeket a hagyományos papíralapú eszközöktől a digitálisig. Bővíteni kell az általunk készített weblapot a további eredményekről, kutatásokról.
- A köztudat formálásának eszköze lehet a turizmusba való bevonás megvalósítása rekonstrukcióval, tanösvény kialakításával, hadi játékokkal, a történelmi turizmushoz való kapcsolása.
- A fentiek megvalósításához közösségeket, civil szervezeteket, ezek hálózatát kell létrehozni, bevonni már meglévő társadalmi szerveződések.
- Az anyagi erőforrásokat hazai és uniós pályázatokkal kell előteremteni. Ezek elnyeréséhez szükséges az előzőleg már említett összefogás és a kapcsolat szakmai szervezetekkel.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönjük a szakmai segítséget, Dr. Kulcsár Valériának, aki a régészeti irodalomban segített eligazodni, Patay Pálnak a szellemi stafétabotot, amelyet önzetlenül átadott nekünk, a Szent István Egyetem, Környezet és Tájgazdálkodási Intézetének azt, hogy a kutatáshoz megfelelő eszközháttérrel biztosított, Dr. Kristóf Dánielnek a terepi munka során végzett feladatokban való segítségét, Dr. Füleky Györgynek a kutatás ötletét.

IRODALOM

- Balás V. (1961): Az alföldi hosszanti sáncok. Régészeti Füzetek Ser. II. No. 9. Magyar Nemzeti Múzeum, Történeti Múzeum 146. p.
- Bernát P. (2007): A legendától a valóságig: a Csörsz-árok története, <http://www.multkor.hu/cikk.php?article=18364&page=1>, letöltés: 2008. március 3-án
- Horváth P. (1823, Reprint 1994): Értekezés a' kúnoknak és jászoknak eredetéről, azoknak régi és mostani állapotjokról, Jászberény.
- Istvánovits E., Kulcsár V. (2000): The history and perspectives of the research of the Csörsz Ditch. Proceeding of the XVIIIth International Congress of Roman Frontier Studies Held in Amman, Jordania

- Garam É., Patay P.-Soproni S. (2003): Sarmatischen Wallsystem im Karpatenbecken. Régészeti Füzetek Ser. II. No. 23. Magyar Nemzeti Múzeum 191 p.
- Ladó J.-Bíró Á., (2005): Magyar útónévkönyv. Vince Kiadó, Budapest, 258 p.
- Lengyel D. (1978): Régi magyar mondák. Móra, Budapest
- Ortutay Gy., Bodrogi T., Diószegi V., Fél E., Gunda B., Kósa L., Martin Gy., Pócs É., Rajeczky B., Tálasi I., Vince I. (1981): Magyar néprajzi lexikon. 4. kötet. Akadémiai kiadó Budapest, 305-306 p., 671 p.
- Papp-Váry Á. (2002): Magyarország története térképeken. Kossuth kiadó/Cartographia 123.pp., 127.pp., 132-133. pp.
- Révai M.J. (1994) Révai Nagy Lexikona, V. Kötet Babits Kiadó p 787 p. 166. p.
- Soproni S. (1969): Limes sarmatiae. Archeológia Értesítő 96. kötet 43-52. p.
- Száraz M. Gy. (2004): Ördög barázdája. <http://mn.mno.hu/portal/199094>
- Székely I. (1559): Chronica ez vilagnac yeles dolgairól. Nyomtatta: Strykoviai Lázár, Krakkó In Balás, 1961

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Harkányiné Székely Zsuzsanna

Szent István Egyetem, Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet

2100 Gödöllő, Páter k. u. 1.

Szent István University Gödöllő

Institute of Environmental and Landscape Management

H-2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

Tel: 28-420-200/22-70, 06-70-316-3872

e-mail: szekely.zsuzsanna@kti.szie.hu



Analysing settlement level data with dynamic indicators based on GIS database

V. Honfi¹, B. Horváthné Kovács²

¹Department of Information Technology, Kaposvár University, Faculty of Economic Science, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

²Kaposvár University, Faculty of Economic Science, Department of Accounting and Statistics, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

ABSTARCT

The change in the development status of certain territories plays important role in several areas of the economic life. The indicators of the development status of territories used internationally and in Hungary, as well, are typically static indicators showing a comparative-relative level of the dimension of the development. The use of dynamic indicators help approaching a further dimension of territorial development, which calculably refers to the potential for development of given area. Therefore, such methodical approaches are considered important by the authors, which contribute to the measurement of the dynamism of changes in the development state; that is the development of so-called dynamic territorial development indicators. The current study defines observations in relevance to methodological aspects through the example of unemployment ratio of settlements.

(Keywords: settlement, dynamic indicators, GIS database)

ÖSSZEFOGLALÁS

Település szintű adatok elemzése dinamikus mutatókkal GIS adatbázis alapján

Honfi¹ V., Horváthné Kovács² B.

¹Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Informatika Tanszék 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

²Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar, Számvitel és Statisztika Tanszék 7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

A gazdasági élet számos területén jelentős szerepet játszik a vizsgált térségek fejlettségi színvonalának változása. Egy térség jellemzésére használt mutatószámok adott időszakra vonatkozó statikus mutatók. Ezek összehasonlításával is meg lehet határozni a változás irányát, de megítélésünk szerint ennél sokkal több információt rejt, ha a változásnak nem csak az irányát, de annak dinamizmusát, és esetleges ingadozásait is figyelembe vesszük. Ezért fontosnak tartjuk olyan módszertani kutatások végzését, amely megalapozhatja a térségi fejlődés dinamikájának meghatározását, ún. dinamikus területi fejlettségi mutatók kialakítását. Jelen tanulmányunk a módszertannal kapcsolatos megállapításokat tesz a munkanélküliség arányának értékelésének példáján keresztül település szinten.

(Kulcsszavak: település, dinamikus mutatók, GIS adatbázis)

INTRODUCTION

In earlier essay (Micsinai and Honfi, 2006) the authors examined economical, infrastructural and environmental development of settlements in Somogy county. With the help of GIS software, the data can be completed with the position of objects, hereby

after the classification an opportunity is presented to compare the neighbouring settlements.

Our aim was to create a GIS database, that can be used to store and analyse data of rural development, and to adjudicate the development of the settlements in any subregions of the country. Contrary to previous studies, we characterize the dynamism of rural development by means of database enlargement.

The change in the development status of certain territories plays important role in several areas of the economic life. For instance, it has outstanding significance in evaluating the subsidisation and the efficiency of used subsidies (Molnár, 2001; Molnár, 2008) funded according to the regional cohesion objectives (Országgyűlés, 2005; DDRFT, 2007; Sarudi, 2003; Sarudi 2004b; Sarudi and Molnár, 2004) of the EU's territorial policy (European Council, 2005; EU, 2007).

Therefore, such methodical approaches are considered important by the authors, which contribute to the measurement of the dynamism of changes in the development state; that is the development of so-called dynamic territorial development indicators.

The results contain statements in reference to the applied methods, and on the other hand the analysis concerning the ratio of unemployed in percentage of total inhabitants in settlements.

MATERIALS AND METHODS

Among the previously analysed indicators of the T-Star database the ratio of unemployed was used in the current study to introduce the method. The indicator was calculated as the number of unemployed divided by the number of inhabitants in a settlement. Both the rate and the direction of change in and the level of the indicator were investigated.

In cases where the standard fitting error of the trend line exceeded the acceptable rate, the settlements were graded as 'not typical' change and only the level of the indicator was evaluated.

In case of relatively well-fitting trends, growth, decline, fast growth and fast decline categories were differentiated. According to the level of the indicator compared to the county average 'higher', 'average' and 'lower' categories were used.

RESULTS

Findings in reference to the method

The used method can be regarded as novelty from two aspects. Firstly, the data of the database can be simply linked to objects defining their geographical positions, thus comparison of the data can be carried out on the basis of their territorial situation. By analysing neighbouring relations, it is possible to reveal deeper relations as well. On the other hand, the indicators of the development status of territories used internationally and in Hungary, as well, are typically static indicators showing a comparative-relative level of the dimension of the development. The use of dynamic indicators help approaching a further dimension of territorial development, which calculably refers to the potential for development of given area.

Results in settlement's level data

The 245 settlements of county Somogy were assigned to three and five categories of the grouping attributes at the same time. The empirical frequencies are shown in *Table 1*.

Table 1

**Number of settlements by change and state of development
(number of unemployed to total inhabitants ratio)**

Number of settlements(2)		Ratio of unemployed in percentage of total inhabitants (1)			
		Higher (10)	Average (11)	Lower (12)	Total (13)
Change(3)	Fast decline (4)	0	0	1	1
	Decline (5)	2	12	21	35
	Growth (6)	21	132	25	178
	Fast growth (7)	17	5	0	22
	Not typical (8)	0	7	2	9
	Total (9)	40	156	49	245

1. táblázat: Települések száma a fejlettségi szint és annak változása szerint (a munkanélküliek aránya a teljes lakossághoz viszonyítva)

Munkanélküliségi arány szintje a megyei átlaghoz képest(1), Települések száma(2), Változás(3), Gyorsan csökkenő(4), Csökkenő(5), Növekvő(6), Gyorsan növekvő(7), Változás nem jellemző(8), Összesen(9), Magas(10), Közepes(11), Alacsony(12), Összesen(13)

On the basis of the unemployment data of settlements in county Somogy the following were found. In the great majority of the settlements (81.63%) the ratio of registered unemployed to total inhabitants is increasing. In addition, one fifth of these settlements have higher unemployment ratio than the county average. While in 60% of the settlements with improving unemployment the indicator is lower. It is even more remarkable that higher unemployment is typically (in 95%) accompanied with worsening status (*Figure 1*).

The analysis of the relationship between unemployment ratio and the change of it showed very strong association (Cramer=0.94).

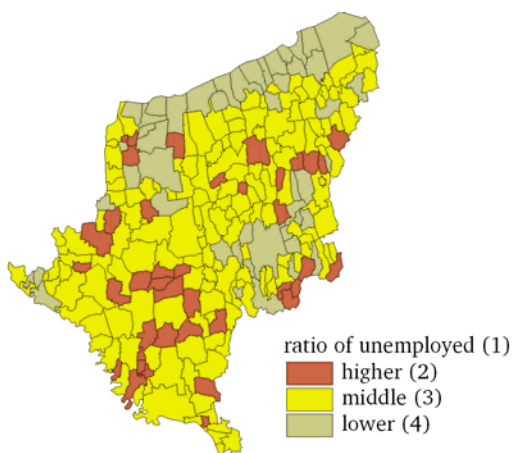
The map of the settlements shows eye-catching relationship: settlements with the lowest unemployment ratios are situated around the coast of Balaton Lake and the town of county rank (*Figure 2*).

During the analysed period, decline in the unemployment ratio was seen in larger settlements on the coast of Balaton. The growth of unemployment was not dependent on the geographic situation of the settlements but rather on their accessibility. Typically the settlements with highest growth rate are ones with no road through.

According to the change in the unemployment ratio and its level compared to the county average, the grading of the settlements are shown in *Figure 3*.

Figure 1

Ratio of unemployed in percentage of total inhabitants to country average, 2004

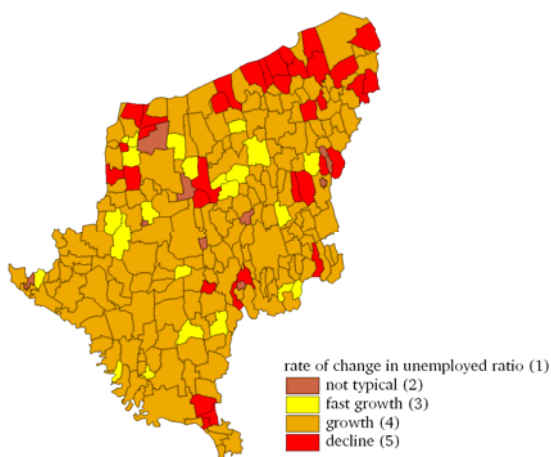


1. ábra: A munkanélküliek százalékos aránya a megyei átlaghoz képest, 2004

Regisztrált munkanélküliek aránya a megyei átlaghoz képest(1), Átlagnál magasabb(2), Közepes(3), Átlagnál alacsonyabb(4)

Figure 2

Rate of change in unemployed ratio, 1999-2004

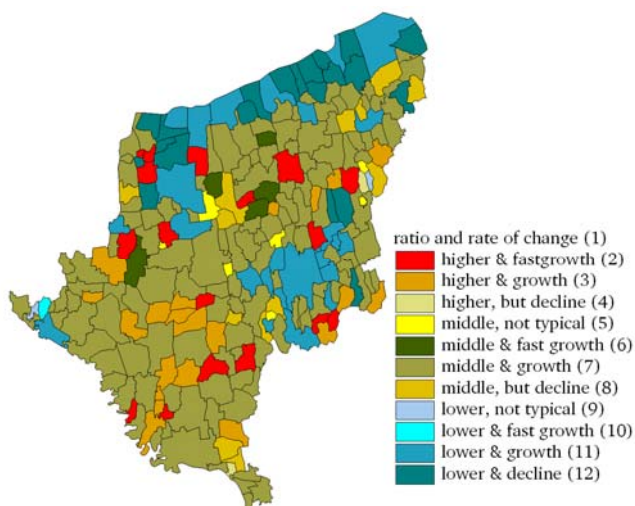


2. ábra: A munkanélküliek arányának változása

Munkanélküliek arányának változása(1), Változás nem jellemző(2), Gyors növekedés(3), Növekedés(4), Csökkenés(5)

Figure 3

Ratio of unemployed and rate of change in unemployed ratio, 1999-2004



3. ábra: A munkanélküliek arányának színvonala és változása

Munkanélküliek arányának színvonala és változása (1), Magas és gyorsan növekvő(2), Magas és növekvő(3), Magas, de csökkenő(4), Közepes, változás nem jellemző(5), Közepes és gyorsan növekvő(6), Közepes és növekvő(7), Közepes, de csökkenő(8), Alacsony, változás nem jellemző(9), Alacsony és gyorsan növekvő(10), Alacsony és növekvő(11), Alacsony és csökkenő(12)

CONCLUSIONS

Geographic information tools enable results easy understanding and more visible. It is easy to relate the rate of the analysed indicator to territorial situation and infrastructural development.

By presenting the time dimension of territorial development the expressing power of the indicator significantly improves; it enables a new approach for measuring the development of an area.

The results clearly show that settlements situated by the coast of Balaton and Kaposvár are in better position concerning the ratio of registered unemployed. However, this favourable position is much more shadowed and less beneficial, if the rate and dynamism of the change of the indicator are considered, as well.

REFERENCES

DDRFT (2007): Tanulmány - Pályázati források hasznosulásának vizsgálata, valamint a pályázati aktivitás elemzése a Dél-dunántúli régióban. I. Terület- és vidékfejlesztési konferencia anyagai 2007. április 23. [on-line] URL: <http://www.deldunantul.com/index.php?id=4486>

- EU (2007): Territorial Agenda of the EU. (Agreed on 25 May 2007) [on-line] URL: <http://www.bmvbs.de/Anlage/original_1005295/Territorial-Agenda-of-the-European-Union-Agreed.pdf>
- European Council (2005): COM/2005/0024 final Communication to the Spring European Council - Working together for growth and jobs - A new start for the Lisbon Strategy [on-line] url: http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=en&type_doc=COMfinal&an_doc=2005&nu_doc=24. Brussels, 2.2.2005
- Micsinai, R., Honfi, V. (2006): Vidékfejlesztési adatok elemzése térinformatikai módszerekkel Somogy megye településein. In: Acta Agraria Kaposvariensis 10. 3. 19-25. p.
- Molnár T. (2008): Regionális fejlettségbeli különbségek vizsgálata településszinten (Számvitel és Statisztika Tanszék (Kaposvári Egyetem)) OTKA kutatás 2005-2008 K 63209 STD
- Molnár T. (2001): Társadalmi gazdasági struktúrák regionális jellemzői a Nyugat-Dunántúlon. Doktori Disszertáció. Keszthely. 2001. 05. 17.
- Országgyűlés (2005): Az Országgyűlés 97/2005.(XII.25.) OGY határozata az Országos Területfejlesztési Konceptióról [on-line] url: <<http://www.vati.hu/static/otk/hun/OTK2005hun.pdf>>
- Sarudi Cs., Molnár T. (2004): A fejlettség településszintű elemzése a Dél-Dunántúli Régióban. In: Gazdálkodás. XLVIII. évf. 1. szám
- Sarudi Cs. (2003): Térség-és vidékfejlesztés. A magyar térgazdaság és az Európai Unió, Kaposvár: Agroinform Kiadó, 1-308 p. (ISBN: 963 502 783 4), pp. 1-308
- Sarudi Cs. (2004a): A területi tervezés európai modellje. Területi tervezés Magyarországon, In: Területi tervezés és pályázatírás (szerk: Sarudi Cs.) Kaposvár: Agroinform Kiadó, 7-94. p. (ISBN: 963 502 822 9), pp. 7-49
- Sarudi Cs. (2004b): A hátrányos helyzetű térségek felzárkóztatása, In: Gazdasági és piaci stratégiák a vidékfejlesztés szolgálatában (szerk: Sarudi Cs.) Budapest: Agroinform Kiadó, 7-97. p. (ISBN: 963 502 822 9), pp. 7-97

Corresponding author (*Levelezési cím*):

Honfi Vid

Kaposvár University, Department of Information Technology,
Faculty of Economic Science,
H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.
Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar,
Informatika Tanszék
7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.
Tel.: 36-82-505-954
e-mail: honfi.vid@ke.hu



Grafikus felhasználói felület NIR spektrumok statisztikai kiértékeléséhez

Kövér¹ Gy., Bázár² Gy.

¹Kaposvári Egyetem Gazdaságtudományi Kar, Matematika és Fizika Tanszék, 7400 Kaposvár Guba Sándor u. 40.,

²Kaposvári Egyetem Állattudományi Kar, Állattermék Minősítő Laboratórium, 7400 Kaposvár Guba Sándor u. 40.,

ÖSSZEFOGLALÁS

Az R nyílt forráskódú statisztikai programcsomag elsősorban parancssori üzemmódban használható. A bonyolult szintaktikával rendelkező parancsokat grafikus felhasználói felületek rejtetik el a felhasználó elől. Az R Commander kiterjesztését végeztük el úgy, hogy alkalmas legyen NIR spektrumok feldolgozására és kalibrációs becslő egyenletek meghatározására a PLS regresszió eszközével. Az elkészült modulok alkalmasak az egyedi szerkezetű adatfájlok beolvasására, a spektrumok grafikus megjelenítésére, összefüggésvizsgálatokra, valamint a kalibrációs egyenlet előállítására.

(Kulcsszavak: NIR, GUI, PLS regresszió, R)

ABSTRACT

A Graphical User Interface for Statistical Evaluation of NIR Spectra

Gy. Kövér¹, Gy. Bázár²

¹Department of Mathematics and Physics, Faculty of Economic Science, Kaposvár University, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

²Laboratory of Animal Product Qualification, Faculty of Animal Science, Kaposvár University, H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

R is a free, open-source statistical environment and does not incorporate a statistical graphical user interface. The commands with complex syntax and hundreds of arguments are supposed to be hidden behind an easy to use GUI. The R Commander provides a basic-statistics which was extended by the authors to implement some functions to analyse NIR spectra and calculate calibration equations using PLS regression. The extensions provides the abilities to read the unique structure input files, graphical presentation of the spectra and calculating calibrations equations.

(Keywords: NIR, GUI, PLS regression, R)

BEVEZETÉS

Az R olyan nyelv és környezet, amely különösen alkalmas matematikai statisztikai számítások elvégzésére, adatelemzésre, az eredmények grafikus prezentálására. További előnyeként említhető, hogy az R szabad szoftver, GNU licenz feltételek mellett terjeszthető. Az R fejlesztését Ihaka és Gentleman (1996) kezdte, jelenleg az R Development Core Team (<http://www.R-project.org>) kezeli.

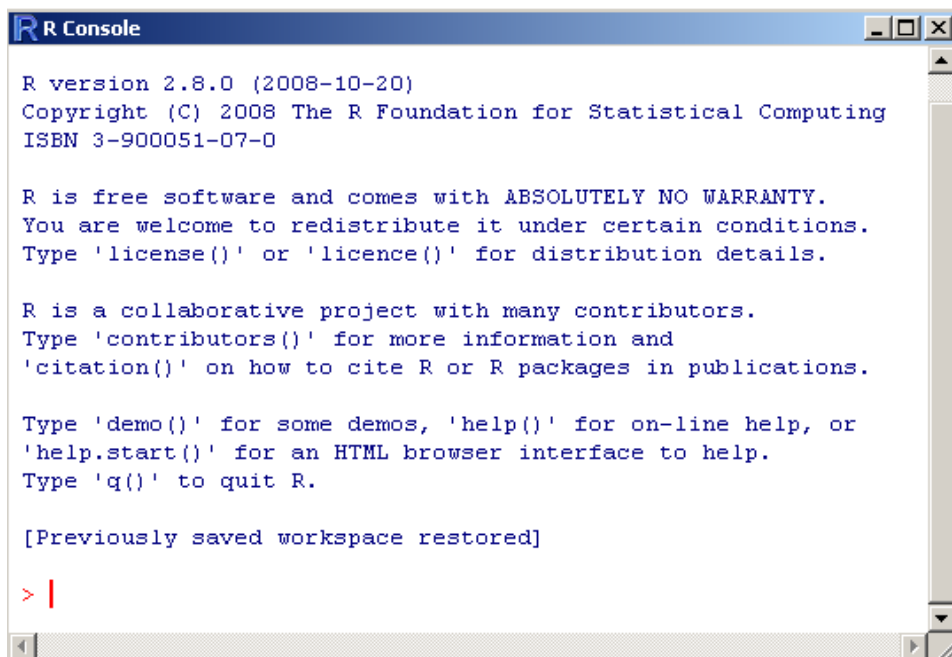
Sajnos az R nem tartalmaz olyan grafikus felhasználói felületet, amely segítségével az R alaprendszerébe épített nagyszámú statisztikai eljárás elérhető. Hasonló a helyzet az egyes fejlesztők által a felhasználók rendelkezésére bocsátott speciális csomagokkal. Az R felhasználója az R-szintaxis szerint megszerkesztett kódokat vagy parancssori vagy script módban juttatja el az R parancs-értelmezőjéhez. (1. ábra)

Az R parancssori használatát, számos munkából megismerhetjük, köztük megemlíthetjük *Solymosi Norbert* (2005) magyar nyelvű bevezetőjét.

Az R nyílt széleskörű alkalmazhatósága, nyílt forráskódja maga után vonta hogy egymással párhuzamosan több grafikus felhasználói felület kifejlesztése is megtörtént. Természetesen nem sorolhatjuk ebbe a kategóriába azokat az R csomagokat, melyek egy-egy szűk területtel foglalkoznak és csupán az eredmények szemléltetését végzik grafikus felületen, még ha interaktív grafikával is rendelkeznek. Ebbe a körbe tartozó példaként említhetjük a teljesség igénye nélkül az *igraph*, vagy a *neural* csomagot.

1. ábra

Az R környezet parancssori üzemmódja



```
R Console
R version 2.8.0 (2008-10-20)
Copyright (C) 2008 The R Foundation for Statistical Computing
ISBN 3-900051-07-0

R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.
You are welcome to redistribute it under certain conditions.
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.

R is a collaborative project with many contributors.
Type 'contributors()' for more information and
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.

Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or
'help.start()' for an HTML browser interface to help.
Type 'q()' to quit R.

[Previously saved workspace restored]

> |
```

Figure 1: The command line interface of the R environment

A grafikus felhasználói felületek a <http://www.r-projekt.org/GUI> hivatkozáson megtekinthetők. Kitűnő munka a *Rattle* (*Williams*, 2008), amely az adatbányászat témakörét dolgozta fel, jelenleg is folyamatos fejlesztés alatt áll.

A *SciViews-R* (*Grosjean et al.*, 2005) egy olyan projekt, amely a grafikus felhasználói felület kifejlesztését az általában használatos statisztikai számítások elvégzésének megkönnyítésére végezte el. Ugyanakkor a fejlesztők célkitűzései között az is szerepelt, hogy olyan grafikus felület jöjjön létre, amely nem kizárólag a statisztikai számítások elvégzését teszi lehetővé, hanem a felhasználó a program használata közben „kiképzést” kap az egyes statisztikai parancsok R nyelvű szintaxisából is. Nem elrejti a kezdők számára valóban borzalmasnak tűnő programrészleteket, hanem központi szerepet szán a létrejövő utasítássorozat képernyőn való megjelenítésének.

Az R Commander (Fox, 2005) fejlesztése során a szerző legfontosabb célkitűzései között szerepelt, hogy könnyen használható grafikus felületet készítsen, amelyen keresztül minden olyan statisztikai elemző módszer elérhető, amiket egy kezdőknek szánt statisztikai kurzus tartalmaz. El kívánta rejteni a felhasználó elől az R nyelv parancsutasításait, a bonyolult szintaktikát valamint az R adatszerkezeit.

Jelen dolgozat célja, hogy az R Commander továbbfejlesztési lehetőségeit kihasználva olyan grafikus felhasználói felületet hozzunk létre, amely alkalmas arra, hogy közeli infravörös (NIR) spektrumokat a PLS regresszió segítségével feldolgozzunk. A sikeres fejlesztés során olyan szabadon felhasználható szoftverhez jutunk, amely rugalmasan továbbfejleszthető változó kísérleti körülményekhez igazítva, másfelől tantermi oktatásban is változatosan felhasználható. A kereskedelembe kapható, nem paraméterezhető, vagy script nyelven nem programozható spektrumfeldolgozó számítógépes programoknál jobban használható a nyílt forráskódú megoldás.

A kifejlesztett szoftver alkalmazhatóságát mangalica sertésből származó húsminta reflexiós spektrumának feldolgozásával mutatjuk be.

ANYAG ÉS MÓDSZER

A fejlesztői környezet

A NIR spektrumok feldolgozására alkalmas grafikus felhasználói felület kialakítása az R 2.7.0 (2008.04.22) verzióján alapul. A programozás a Tinn-R (1.19) grafikus integrált fejlesztői környezetben készült.

A fejlesztés során két lehetőség kínálkozott. Az egyik az, hogy teljesen önálló modult fejlesztünk ki és R csomagként tesszük használhatóvá. A másik lehetőség az, hogy egy már működő, funkciógazdag grafikus felhasználói felületet fejlesztünk tovább. A mások által készített program továbbfejlesztése azzal a hátránnyal jár, hogy egységes szerkezetéhez, belső adatstruktúrájához kell illeszteni az új funkciót. Előnyként jöhet számításba a felhasználható letesztelt eljárások széles skálája. A bevezetésben említett SciViews-R vagy R Commander továbbfejlesztése egyaránt azt az előnyt kínálja, hogy a szokásos statisztikai számítások már részét képezik e programok grafikus felületének. A felhasználó a spektrumok adatait a PLS regresszió mellett más eszközökkel is feldolgozhatja.

Mivel az R Commander (2. ábra) eredeti célkitűzése az, hogy teljesen elrejtse a felhasználó elől a bonyolult szerkezetű parancsokat, ezért ezt a programot választottuk arra, hogy a spektrumok feldolgozására alkalmas grafikus felhasználói felület céljára továbbfejlesszük.

2. ábra

A továbbfejlesztésre kiválasztott R Commander

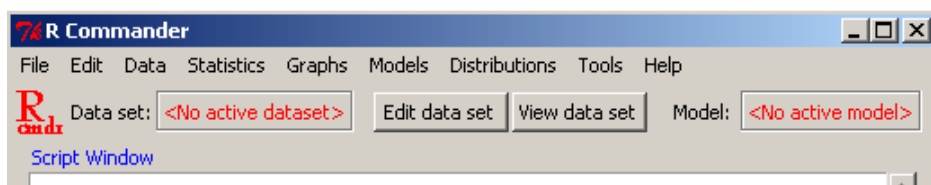


Figure 2: The R commander is chosen to be extended by a plug-in module

Az R Commander a Tcl/Tk nyelvet megvalósító tcltk R csomag lehetőségeit használja fel a grafikus felhasználói felület programozott megjelenítéséhez, az eseményvezérelt feladatok megvalósításához.

A demonstrációs adatbázis

A kifejlesztett grafikus felhasználói felület alkalmazhatóságát olyan adatbázison mutatjuk be, melyet 29 mangalica sertésből származó húsminta reflexiós spektruma és kémiai elemzés eredményeként kapott beltartalmi értékek (szárazanyag-, zsír- és fehérjetartalom) képezik.

Az állatokat hagyományos takarmányozási és tartási körülmények között hizlalták, a vágáskori átlagos testtömeg 157 kg volt. 24 órás hűtést követően a bal oldali hosszú hátizom (m. *longissimus dorsi*) utolsó bordatájéről származó szelete (kb 100g) került vizsgálatra. Minden mintát gondosan megtisztítottunk a kötőszövetől, hogy csak az intramuszkuláris zsírtartalommal kelljen számolni. Az egyes mintákat IKA A11 basic berendezéssel homogenizáltuk majd Christ Alpha fagyaszttva szárítóval liofilizáltuk.

A fagyaszttva szárított (liofilizált) mangalica húsminták közeli infravörös vizsgálatát NIRSystem 6500 (Foss NIRSystem, Silver Spring, MD, USA) spektrométerrel végeztük el. A reflexiós spektrumokat az 1100-2500 nm-es tartományban rögzítettük (log 1/R), 2nm-es lépésközzel. „Small ring cup” mintatartó küvetát (IH-0307) és „Sample transport” egységet használtunk a vizsgálat során. A műszer üzemeltetéséhez és az elsődleges adatkezeléshez a WinISI II version 1.5 szoftvert alkalmazzuk (InfraSoft International, Port Matilda, PA, USA). A küvetákat minden minta után elmostuk, majd szárazra töröltük.

A kémiai analízis során a liofilizált minták szárazanyag-tartalmát az MSZ ISO 1442 szabvány, a zsírtartalmat *Folch és mtsai* (1957) szerint határoztuk meg. Sósavas emésztést és Kjeld-Foss Fast Nitrogen Analyzer készüléket alkalmaztunk a nitrogén tartalom meghatározására; a nitrogén tartalmat 6,25-dal szorozva fejeztük ki a fehérjetartalmat. A beltartalmi értékeket (zsír- és fehérjetartalom) 100% szárazanyagra vonatkoztatva adtuk meg.

A NIR spektrum adatszerkezete

A reflexiós spektrum felvétele során egy minta 1100-2498 nm tartományban szolgáltat mérési adatot.

3. ábra

A PLS regresszió alkalmazására megfelelő adatszerkezet

	Y ₁	Y ₂	Y ₃	X ₁	...	...	X _n	...	...	X ₇₀₀
minta	Száraz- anyag	nyers- zsír	fehérje	1100 nm						2498n m
1										
...										
m										
...										
29										

Figure 3: The data structure required by the PLS regression

A PLS regresszió módszerével olyan kalibrációs egyenletet hozunk létre, amely a minták meghatározott szárazanyag-, zsír- és fehérjetartalmát megfelelő pontossággal becsli (Siesler és mtsai, 2002). A statisztikai modell a 29 elemű minta három függő változója és a spektrumonként 700 reflexiók értéket jelentő független változók (3. ábra) között teremti kapcsolatot a következő formában:

$$Y = XB + \varepsilon, \text{ ahol } \varepsilon \text{ a véletlen hibák mátrixa.} \quad (1)$$

A PLS regressziót tartalmazó csomag Ron Wehrens és Bjørn-Helge Mevik munkája (Mevik-Wehrens, 2007).

A NIR spektrumot tartalmazó adatfájl szerkezete

A NIRSystem 6500 (Foss NIRSystem, Silver Spring, MD, USA) spektrométer adatait a WINISI 1.5 (FOSS TECATOR Intrasoftware International, LLC) szoftver segítségével lehet ASCII kódolású szöveges állománnyá alakítani.

Az eredményfájl első tizenkét sora az adat-felvételzés körülményeit jellemző információkat tartalmazza. A PLS regresszió végrehajtásához ezekre az adatokra nincs szükség. Az eredményfájl többi sora tartalmazza a mintákra vonatkozó összes adatot, soronként egy-egy minta szerepel:

- A spektrum értékei 1100-2498 nm tartományban
- A kémiai analízis adatai: szárazanyag-, zsír- és fehérjetartalom
- A minta sorszáma
- A minta egyéb azonosítója

Az adatsorokban az egyes adatalemeket vessző választja el egymástól, a szöveges adatokat idézőjel határolja. Az adatsorokat megelőzi egy oszlopfejléc információt tartalmazó sor.

EREDMÉNYEK

A spektrumfeldolgozás beillesztése az R Commander menüszerkezetébe

Az R Commander menüszerkezete a program futásideje alatt jön létre. A pontos felépítés a „\etc\Rcmdr-menu.txt” szövegfájlban található. A fájl tartalmazza a menüpontok és almenüpontok feliratait, az indítandó függvény nevét.

A „\etc\Rcmdr-menu.txt” szerkezete lehetőséget kínál egy logikai feltétel megadására is, ami a menüpont kiválaszthatóságát engedélyezi. Mint Fox (2005) kifejti a menüpontok kiválaszthatóságát azzal a szándékkal kívánta engedélyezni, illetve tiltani, hogy csak a beolvasott adatok természetének, szerkezetének megfelelő statisztikai funkciókat választhassa ki a felhasználó. Az engedélyezést az „activateMenus” függvény végzi. A NIR spektrumok adatainak beolvasási tesztjei során kiderült, hogy az „activateMenus” függvény végrehajtási időigénye túl sok, interaktív programfelhasználás során nem fogadható el, különösen azért nem, mert a függvényt az R Commander elég gyakran elindítja. Feltételezi ugyanis, hogy a statisztikai adatfeldolgozás közben megváltozhat az adatszerkezet ezért a menüpontok engedélyezhetősége megváltozhat. A NIR spektrumok feldolgozását végző modulok beillesztését követően szükségessé vált az „activateMenus” függvény funkciójának felfüggesztése, hogy az R commander futási sebessége elfogadhatóvá váljon.

A spektrumfeldolgozás beillesztése az R Commander programszerkezetébe

Az R Commander 1.3 (2008.04.09) verziója messzemenőig támogatja a továbbfejlesztetőséget. A forrásprogramot az „R” környezet „\library\Rcmdr\R\” mappa tartalmazza. A továbbfejlesztés során készített modulok a „\library\Rcmdr\etc\” mappába kerülnek.

A spektrumadatok beolvasása

Az R Commander „Data \ Import data \ from text file or clipboard” menüpontja szöveges adatállományok beolvasását végzi el a „readDataSet” függvény indításával. Bár a „WINISI” program által szolgáltatott adatok is szöveges formátumban kerülnek exportálásra, nehézséget okoz az adatok előtt elhelyezkedő tizenkét sor amely számunkra nem releváns adatot tartalmaz. A „readDataSet” függvény az „R” „read.table” utasítását használja adatbeolvasásra, amely alkalmas az első néhány felesleges sor átlépésére, de a „readDataSet” ezt a lehetőséget nem használja ki, sőt elfedi. A „readDataSet” függvény célszerű átalakításával a 12 sor átlépése megoldásra került. A spektrumadatok beolvasását végző modul grafikus megjelenése nem különbözik a „readDataSet” függvényétől (4. ábra). Az adatbeolvasás eredményeként a spektrumadatok az „R” környezetben szokásos „data frame” szerkezetbe kerülnek.

4. ábra

A WINISI által szolgáltatott adatállomány beolvasó modulja, grafikus felület.

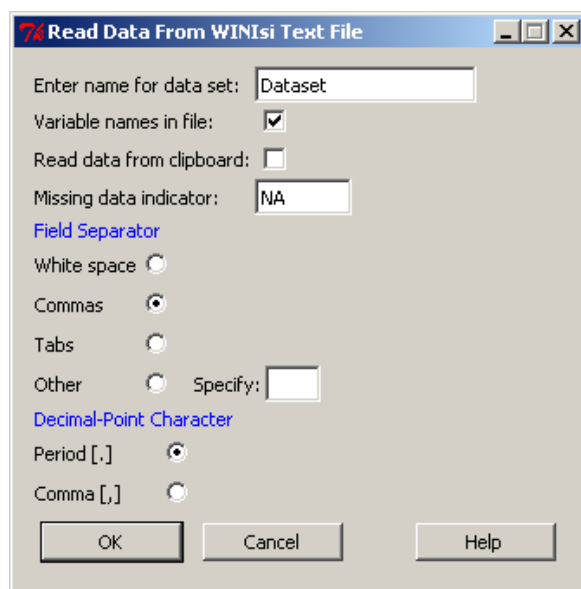


Figure 4: GUI to read the data provided by the WINISI

A spektrumadatok grafikus megjelenítése

A matematikai statisztikai módszerek alkalmazása előtt ajánlatos az adatok grafikus megjelenítése. Az adatelemzés buktatóinak nagy részét ki lehet kerülni az adatábrázolás segítségével. Az „R” környezet alapvető grafikus lehetőségei a „plot” parancs köré épülnek. A spektrumok ábrázolása a mátrixok ábrázolására létrehozott „matplot” utasítással történik. A „matplot” két márix (X,Y) oszlopvektoraiban tárolt adatok ábrázolását hajtja végre. Jelen esetben Y a spektrumok transzponált adatait jelenti, X a hullámhosszokból álló oszlopvektor. A grafikon további elemei, mint a tengelyek, megjegyzések, feliratok, stb a grafikus rendszer alacsonyabb szintű utasításainak használatával kerülnek beállításra (5. ábra).

5. ábra

A spektrumok grafikus ábrázolása. Az interaktív felület lehetőséget ad egyes minták kiemelésére

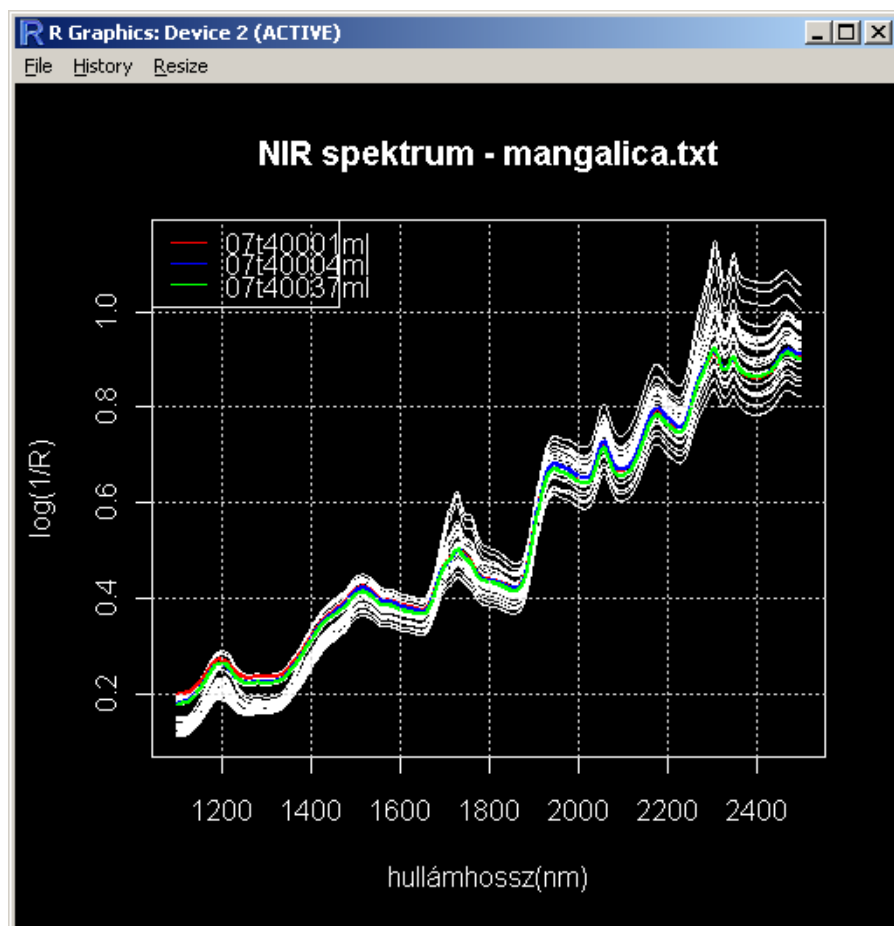


Figure 5: Spectra visualized by the GUI. Interactively selected curves are highlighted.

Statisztikai műveletek és a grafikus megjelenítés

Az „R” környezet előnye elsősorban a statisztikai számítások területén mutatkoznak meg. A NIR spektrumok elemzése során az általában alkalmazott eszközök egyike a korrelációs számítás. A korrelációs együtthatót a kémiai analízis egy kiválasztott mérési eredménye (pl. szárazanyag) és a spektrumok egy adott hullámhosszon mért értékei között lehet kiszámolni. Az összes hullámhosszon elvégezve a számítást a kapott korrelációs együtthatókból görbe rajzolható (6. ábra). Mivel a szomszédos hullámhosszakon számított együtthatók értéke nyilvánvalóan nem független egymástól ezért az ábrából közvetlen következtetések levonása nem ajánlatos, ugyanakkor hasznos eszköze az adatelemzésnek. A görbék megjelenítése az előzőekben részletezett módon történik.

6. ábra

Korreláció elemzés. A szárazanyag, zsír és fehérje összefüggése az egyes hullámhosszakon mért intenzitásértékekkel

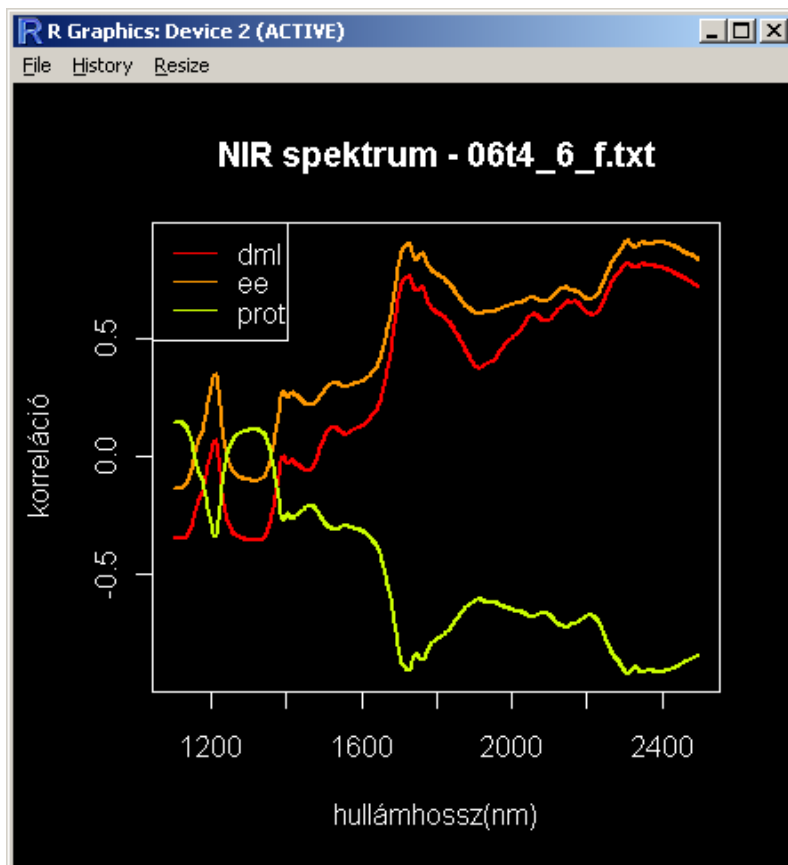


Figure 6: Correlation analysis. Association between dry matter, protein, fat and intensity depending on the wavelength.

A spektrumok matematikai előkezelése

Egyrészt a NIR spektrumok felvételének metodikája, másrészt a jobb kalibrációs egyenlet létrehozásának célja indokolja azt, hogy a spektrumokat matematikai módszerekkel kezeljük még a modellalkotás előtt (7. ábra).

A „R” környezet nyílt, moduláris felépítése lehetővé teszi, hogy mások által csomagokba foglalt, tesztelt eljárásokat alkalmazzunk. A NIR spektrumok előkezelésére a használt algoritmusokat a „pls” (Wehrens, Mevik) és az „RTisen” (Hegger, Kantz, Schreiber) csomagban találhatjuk. Jelen munka keretében kialakított interaktív, grafikus környezet feladatául azt is kitűztük, hogy a felhasználó elől elrejtjük azokat az „R” utasításokat is, melyek a csomagok kezelését (telepítés, betöltés) végzik.

A matematikai módszerekkel, mint például a deriválással előkezelt spektrumok grafikus megjelenítése a helyes következtetések levonását segíti elő (8. ábra).

7. ábra

A spektrumok előkezelése matematikai módszerekkel

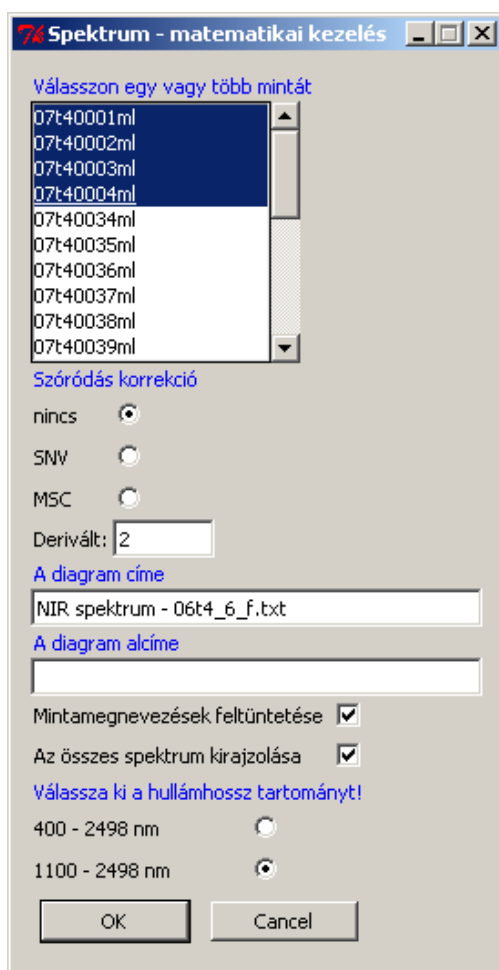


Figure 7: Mathematical treatment of spectra

A kalibrációs egyenlet modellje

Kísérletek során a NIR spektrumok felvételének gyakori célja az, hogy a párhuzamosan végzett kémiai analízis által származtatott beltartalmi értékek becslésére alkalmas, megfelelő pontosságot biztosító kalibrációs egyenletet hozzunk létre.

A NIR spektrumok kiértékelését biztosító grafikus felhasználói felület létrehozásakor kitűzött egyik legfontosabb cél az volt, hogy a felhasználó elől elrejtjük az „R” környezet parancssori használatának kényelmetlenségeit, elsősorban az utasítások szintaktikájának ismeretét tegyük feleslegessé. A kalibrációs egyenlet létrehozását a „pls” (Wehrens, Mevik) csomag „pls” utasításával végezhetjük el. A parancs szintaktikája a gyakorlatlan felhasználó számára áttekinthetetlenül bonyolult (9. ábra).

8. ábra

Négy kiválasztott spektrum második deriváltja

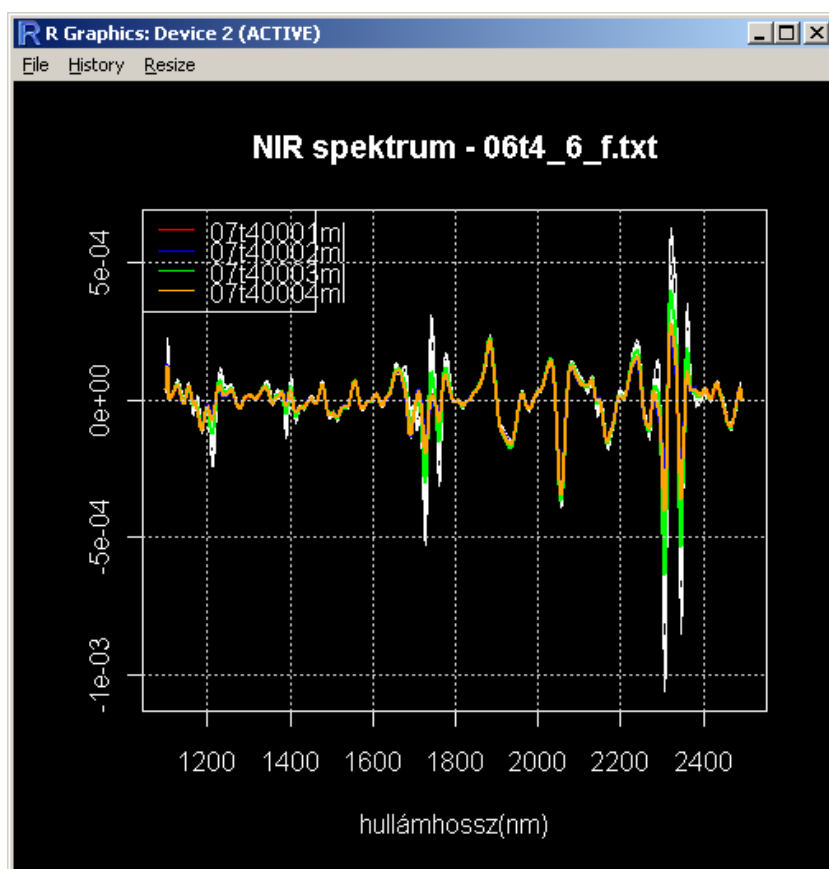


Figure 8: Second derivative of the spectra of four selected samples

9. ábra

A PLS utasítás szintaktikája

```
mvr(formula, ncomp, data, subset, na.action,  
     method = pls.options()$mvralg,  
     scale = FALSE, validation = c("none", "CV", "LOO"),  
     model = TRUE, x = FALSE, y = FALSE, ...)  
plsr(..., method = pls.options()$plsralg)  
pcr(..., method = pls.options()$pcralg)
```

Figure 9: Syntax of the PLS command in R

A 10. ábrán látható grafikus felület teszi lehetővé, hogy a megfelelő szerkezetű „pls” utasítás bemenő paraméterei a gyakorlatlan felhasználó számára is érthető, kezelhető módon kerüljenek meghatározásra. A parancs végső formájának előállítását már programutasítások feladata.

A NIR spektrumok feldolgozását elősegítő grafikus felhasználói felület használhatóságát jelen dolgozatban az Anyag és módszer fejezetben ismertetett demonstrációs adatbázison mutattuk be. A 11. ábrán az alkalmazott pls regresszió futási eredményeit láthatjuk. A grafikus megjelenítés nem helyettesíti az eredmények numerikus megjelenítését, csupán kiegészíti azt. A numerikus megjelenítésben az „R commander” meglévő lehetőségeit használtuk fel.

Bár nem célja a dolgozatnak, a teljesség kedvéért értelmezzük a 11. ábra legfontosabb eredményeit. Hat komponens alkalmazása esetén a kalibrációs modell a szárazanyag (dml), zsírtartalom (ee) nyersfehérje (prot) varianciáját rendre 93.09, 98.99, 99.07 százalékban becsli. Az eredmények magyarázatában a további részletek iránt érdeklődők figyelmébe a szakirodalmat ajánljuk: Siesler és mtsai (2002), Mevik és Wehrens (2007).

10. ábra

**A PLS regresszió paramétereinek beállítása.
A grafikus felület a keresztvalidáció előírására is alkalmas.**

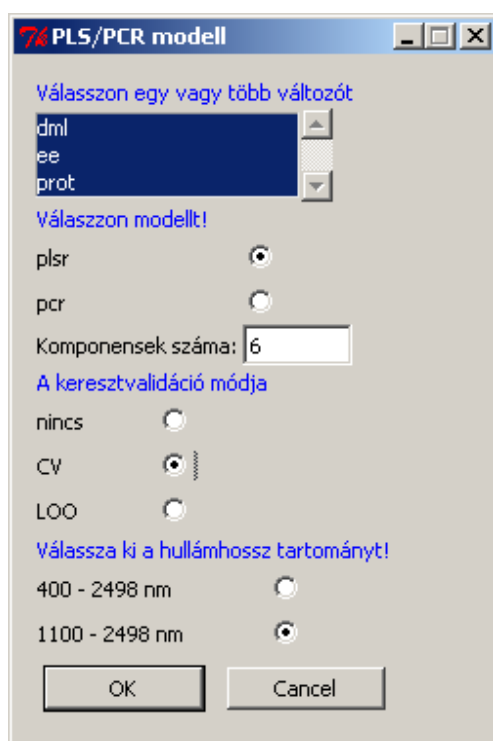


Figure 10: GUI to enter the parameters of the PLS regression including the cross validation

11. ábra

A PLS regresszió numerikus végeredménye, az R Commander eredményablakában.

VALIDATION: RMSEP							
Cross-validated using 10 random segments.							
Response: dml							
	(Intercept)	1 comps	2 comps	3 comps	4 comps	5 comps	6 comps
CV	0.6393	0.4613	0.2753	0.2818	0.2482	0.2162	0.2271
adjCV	0.6393	0.4597	0.2736	0.2798	0.2437	0.2138	0.2242
Response: ee							
	(Intercept)	1 comps	2 comps	3 comps	4 comps	5 comps	6 comps
CV	6.826	3.894	2.989	1.187	1.180	1.159	1.226
adjCV	6.826	3.882	2.971	1.178	1.173	1.145	1.172
Response: prot							
	(Intercept)	1 comps	2 comps	3 comps	4 comps	5 comps	6 comps
CV	6.856	3.876	2.885	1.203	1.182	1.190	1.260
adjCV	6.856	3.863	2.867	1.191	1.172	1.174	1.203
TRAINING: % variance explained							
	1 comps	2 comps	3 comps	4 comps	5 comps	6 comps	
x	81.85	98.76	99.70	99.88	99.96	99.97	
dml	52.58	84.36	84.43	88.69	92.90	93.09	
ee	70.32	83.98	97.69	98.01	98.28	98.98	
prot	70.97	85.41	97.82	98.14	98.33	99.07	

Figure 11: Computational results of the PLS regression presented in the modified R Commander

KÖVETKEZTETÉSEK

A NIR spektrumok feldolgozására és kalibrációs egyenletek meghatározására alkalmas PLS regresszió használatát jelentősen egyszerűsítő grafikus felhasználói felülettel rendelkező programmodul létrehozására irányuló célkitűzésünk sikeres volt. A továbbfejlesztés alapjául választott R Commander alkalmasnak bizonyult arra, hogy a meglévő menüszerkezetét kibővítsük a szükséges menüelemekkel. Az adatfájl beolvasását végző eredeti R Commander modul sikeresen átalakítható volt. A beolvasott spektrumadatok R Commanderben belüli tárolási módja kompatibilis a program korábbi funkcióival így az általános statisztikai eljárások szintén felhasználhatók a spektrumok elemzésére.

Az elkészült modulok szerkezeti továbbfejlesztéseként a „plug-in” csomagként való átalakítás lehetősége kínálkozik. Az R Commander jelen dolgozatban felhasznált 1.3 verziója már ismeri a „plug-in” fogalmát (Fox, 2007). Ez a technika lehetővé teszi, hogy az R Commander eredeti forrásprogramjának változatlanul hagyjuk. A menüszerkezet megfelelő kiterjesztésével olyan R csomagok futtatása válik lehetővé, melyeket úgy fejlesztettek ki, hogy az R Commanderrel képesek legyenek együttműködni.

Ugyanakkor a spektrumadatok kiugróan magas száma (700 db) rendkívül lelassítja az R Commander futását. Az eredeti forráskód elemzése azonosította az időigényes

kódrészletet, csupán kiiktatásával vált az R Commander használhatóvá NIR spektrumok feldolgozására. Ez a „plug-in” csomagként való átalakítás lehetőségét megkérdőjelezi. A NIR spektrumok feldolgozására létrehozott grafikus felhasználó felület elsősorban a graduális és posztgraduális képzésben alkalmazható eredményesen.

IRODALOM

- Solymosi N. (2005): <-...erre, erre...! (Bevezetés az R-nyelv és környezet használatába). <http://cran.r-project.org/doc/contrib/Solymosi-Rjegyzet.pdf>
- Ihaka R., Gentleman R. (1996): R: a language for data analysis and graphics. *J- Comput. Graphic. Stat.*, 5: 299-314.
- Fox J. (2005): The R Commander: A Basic-Statistics Graphical User Interface to **R**. *Journal of Statistical Software*, September 2005. Volume 14, Issue 9.
- Grosjean P., Lecoutre E., Faria J.C. (2005): SciViews-R. A GUI API and a suite of applications for R. <http://www.sciviews.org/SciViews-R>
- Williams G. (2008): Rattle: A graphical user interface for data mining in R using GTK. <http://rattle.togaware.com>
- Fox J. (2007): Extending the R Commander by „Plug-In” Packages. *R News* Vol 7/3, December 2007. http://www.r-project.org/doc/Rnews/Rnews_2007-3.pdf
- Siesler, H.W., Ozaki, Y., Kawata, S., Heise, H.M. (2002): *Near-Infrared Spectroscopy* Wiley-VCH GmbH, 2002. 132-136.
- Mevik, B.H., Wehrens, R. (2007): The pls Package: Principal Component and Partial Least Squares Regression in R. *Journal of Statistical Software*, January, 2007, Volume 18, Issue 2.

Levelezési cím (*Corresponding author*):

Kövér György

Kaposvári Egyetem, Gazdaságtudományi Kar

Matematika és Fizika Tanszék

7400 Kaposvár Guba Sándor u. 40.,

Kaposvár University, Faculty of Economic Science

Department of Mathematics and Physics

H-7400 Kaposvár, Guba S. u. 40.

Tel.: 36-82-505-596

e-mail: kover.gyorgy@ke.hu