

Acta Agraria Kaposváriensis



A II. Alkalmazott Informatika Konferencia védnökei

Kaposvári Egyetem

Dr. Horn Péter rektor, akadémikus

Dr. Holló István, Állattudományi Kar, dékán, egyetemi tanár

Dr. Paál Jenő, Továbbképzési Központ, igazgató, egyetemi tanár

Pécsi Akadémiai Bizottság, Matematikai és Informatikai Szakbizottsága
HUNAGI Magyar Térinformatikai Társulás

Szervezők

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Matematikai és Informatikai Intézet,
Gazdasági és Pénzügyi Intézet,
Műszaki és Automatizálási Tanszék

Program bizottság

Elnök: Dr. Csukás Béla, Kaposvári Egyetem

Tagok: Dr. Bánkuti Gyöngyi, Kaposvári Egyetem

Dr. Dobay Péter, Pécsi Tudományegyetem

Dr. Herdon Miklós, Debreceni Egyetem

Dr. Jereb László, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Nyugat-magyarországi Egyetem

Dr. Raffai Mária, Szent István Egyetem

Dr. Remetey-Fülöpp Gábor, FVM, HUNAGI

Dr. Sarudi Csaba, Kaposvári Egyetem

Dr. Takátsy Tibor, Kaposvári Egyetem

Szervezőbizottság

Elnök: Dr. Walter József

Tagok: Bálint Jánosné,

Barna Róbert,

Honfi Vid,

Katona Imréné,

Klencsár Zoltán,

Marton István,

Sisak Balázs,

Szabó György,

Ulbert Zsolt,

Dr. Ureczky József

Támogatók

Fornetti Pannon Kft., 7275 Igal, Szántódi u. 1.

Volume 8 No 3 2004
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, Fax: 36-82-320-175
e-mail: csapo@mail.atk.u-kaposvar.hu

Szerkesztő asszisztens
Editorial assistants
Barna Róbert
Stanics Judit

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.
Éves előfizetési díj: 2500 Ft + ÁFA *Annual subscription: Ft 2500 + VAT*
Előfizethető a kiadónál vagy átutalással
Subscriptions may be made payable to the publishers or via account no.
MNB 10039007-01474572-00000000
Készült Nagy J. nyomdájában 400 pld.-ban
Printed at the Nagy J. press, 400 copies produced

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

Kaposvár, 2004

KAPOSVÁRI EGYETEM, ÁLLATTUDOMÁNYI KAR
MATEMATIKAI ÉS INFORMATIKAI INTÉZET
GAZDASÁGI ÉS PÉNZÜGYI INTÉZET
MŰSZAKI ÉS AUTOMATIZÁLÁSI TANSZÉK



II. ALKALMAZOTT INFORMATIKA KONFERENCIA

(A kéziratok tartalmáért
a szerzők vállalnak felelősséget!)

Szerkesztette: Csapó J. és Kovách Á.

Kaposvári Egyetem
Állattudományi Kar
2004. május 20.

A kéziratokat lektorálták

Dr. Bánkuti Gyöngyi egyetemi docens
Belényesi Márta egyetemi tanársegéd
Dr. Bod Lajos vadgazdálkodási szakmérnök
Bognár Vilmos IST koordinátor
Dr. Csapó János egyetemi tanár
Dr. Csukás Béla egyetemi docens
Dr. Cserny László főiskolai docens
Dr. Dobay Péter egyetemi tanár, dékán
Dr. Gábor András egyetemi tanár, tanszékvezető
Dr. Hangos Katalin egyetemi tanár
Harkányiné Dr. Székely Zsuzsanna egyetemi docens
Honfi Vid egyetemi tanársegéd
Dr. Jedlovsky Pál ny. tudományos főmunkatárs
Jeney Gábor egyetemi adjunktus
Dr. Kövér György egyetemi adjunktus
Magyar Julianna egyetemi tanársegéd
Dr. Martinkó József egyetemi docens
Dr. Molnár Tamás egyetemi docens
Nádas József erdőmérnök
Dr. Papp Norbert egyetemi docens
Pázmány Gábor informatikai tanácsos
Piglerné Dr. Lakner Rozália egyetemi docens
Dr. Raffai Mária főiskolai tanár
Dr. Sári László vidékfejlesztési referens, irodavezető
Dr. Sugár László egyetemi tanár
Dr. Szabó József ügyvezető igazgató
Dr. Szabó Szilárd főszerkesztő
Dr. Szánya Tibor egyetemi docens
Dr. Takátsy Tibor egyetemi docens
Dr. Tamás János egyetemi tanár
Dr. Ulbert Zsolt egyetemi adjunktus
Dr. Ureczky József egyetemi adjunktus
Dr. Varga Károly tanácsadó
Dr. Vass József egyetemi docens
Zalainé Dr. Piros Márta egyetemi docens

TARTALOM

<i>Gimesi L.:</i> Mesterséges intelligencia alkalmazása a rekultivációban	1
<i>Béres Cs.Z.:</i> A térinformatika szerepe a rekultivációban.....	11
<i>Németh Á.:</i> Az aszályérzékenység meghatározása térinformatika alkalmazásával.....	25
<i>Juhász A., Mihályi B.:</i> Második világháborús objektum és esemény-rekonstrukció.....	35
<i>Busznyák J.:</i> Mobil eszközzel is elérhető térinformatikai és egyéb adatbázisok fejlesztése	61
<i>Lehoczki R.:</i> Talajjellemzők hatásának térinformatikai elemzése az özagancs minőségére az Agrotopográfiai Adatbázis alapján.....	77
<i>Harkányiné Székely Zs.:</i> Temetői térinformatika	91
<i>Szabó G., Varga I., Bartha T.:</i> Állapotmonitorozási és megbízhatósági információk integrálása erőművi informatikai rendszerekben.....	99
<i>Temesvári K., Aranyi A., Balogh S., Bánkuti Gy., Csukás B.:</i> Kétkomponensű szteroid elegy szimulált mozgóágyas elválasztásának számítógéppel segített tervezése I.	117
<i>Kun G., Chován T., Nagy L., Szeifert F., Czeller A., Tóth A.:</i> Klórozott polietiléngyártás modellezése; feladat-orientált folyamat-szimulátor.....	135
<i>Moldoványi N., Lakatos G.B., Szeifert F.:</i> Folyamatos kristályosítók modell-bázisú irányítása	147
<i>Herdon M., Szilágyi R.:</i> Mobil @work eszközök és alkalmazások az EU-ban és Magyarországon	155
<i>Várallyai L., Kovács B., Prokisch J.:</i> Döntéstámogató talajvédelmi információs rendszer kialakítása statisztikai elemzéssel	163
<i>Molnár I.:</i> A gazdasági informatika oktatásának néhány kérdése	171
<i>Vörös M.:</i> ORACLE iLearning Internet alapú távoktatási rendszer a katonai felsőoktatásban	183
<i>B. Feil, J. Abonyi, J. Madár, S. Németh, P. Árva:</i> MIMO modellek identifikációja és analízise csoportosítási algoritmus segítségével ...	191
<i>Madár J., Abonyi J., Szeifert F.:</i> Új módszerek a szemi-mechanisztikus modellek identifikációjára.....	205
<i>Barna R.:</i> A vadkár az élőhely és a nagyvad teríték összefüggései Somogy megyében	219
Könyvismertetés	227

CONTENTS

<i>L. Gimesi:</i> Application of Artificial Intelligence in Recultivation.....	1
<i>Cs.Z. Béres:</i> The role of spatial informatics in recultivation	11
<i>Á. Németh:</i> Examination of drought-vulnerability with GIS tools.....	25
<i>A. Juhász B. Mihályi:</i> Object and event reconstruction (WW. II.) with GIS.....	35
<i>J. Busznyák:</i> The Development of Geographical Information System and Other Databases Accessible through Mobile Equipments as well.....	61
<i>R. Lehoczki:</i> Analyzing the effect of the soil characteristics on the antler quality with of roe deer GIS using the Agrotopographical Database	77
<i>Zs. Harkányiné Székely:</i> Guidance for preparing the modern registry of the cemeteries (Cemetery GIS).....	91
<i>G. Szabó, I. Varga, T. Bartha:</i> Integration of status monitoring and reliability analysis in the information systems of power plants.....	99
<i>G. Kun, T. Chován, L. Nagy, F. Szeifert, A. Tóth, A. Czeller:</i> Modeling of the polyethylene chlorination process;a problem – oriented process simulator	117
<i>K. Temesvári, A. Aranyi, S. Balogh, Gy. Bánkuti, B. Csukás:</i> Computer-Aided Process Design of the Separation of a Two-Component Steroid Mixture by Simulated Moving Bed Technique I.....	135
<i>N. Moldoványi, G.B. Lakatos, F. Szeifert:</i> Model Based Control of Continuous Crystallizers.....	147
<i>M. Herdon, R. Szilágyi:</i> Mobil @work devices and applications in EU and Hungary	155
<i>L. Várallyai, B. Kovács, J. Prokisch:</i> Developing of Decision Support Soil Information Monitoring System by Statistical Analysis	163
<i>I. Molnar:</i> Some questions of Business Informatics/Management Information Systems education.....	171
<i>M. Vörös:</i> ORACLE iLearning - a Learning Management System in the Higher Military Education in Hungary	183
<i>Feil B., Abonyi J., Madár J., Németh S., Árva P.:</i> Identification and Analysis of MIMO Systems based on Clustering Algorithm.....	191
<i>J. Madár, J. Abonyi, F. Szeifert:</i> New Approaches to the Identification of Semi-mechanistic Process Models.....	205

<i>R. Barna:</i>	
The connections of damage by big game, the habitat and game bag in Somogy County	219
Book review	227



Mesterséges intelligencia alkalmazása a rekultivációban

Gimesi L.

Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Matematikai és Informatikai Intézet
Informatika és Általános Technika Tanszék, Pécs, 7624 Ifjúság útja 6.

ÖSSZEFOGLALÁS

Napjaink egyik legfontosabb feladatává vált Pécs és környékén, a korábbi bányászati tevékenység következtében meglévő meddőhányók és zagyatározók rekultivációs technológiájának kifejlesztése, valamint egy monitoring rendszer kidolgozása. Az adatgyűjtés során jól meghatározott (viszonylag kevés) helyről történik a mintavételezés. A digitális trepmodell felépítésénél, a szintvonalak rajzolásánál, illetve az eredmények kiértékelésénél azonban nemcsak a mérési helyek információira van szükség, hanem azok alapján következtetnünk kell olyan helyek adataira is, ahol nem történt (vagy nem történhetett) mintavételezés. (Ahhoz, hogy elfogadható felbontású és pontos terepmodellt tudjunk készíteni, nagyszámú hely adataira van szükség.) Mivel nem rendelkezünk az adott terület minden egyes pontjáról adattal (képtelenség adatot begyűjteni és tárolni tetszőlegesen nagy számú mintavételezési helyről), ezért közelítő eljárást kell használnunk. Erre az irodalomban több megoldás is található: statisztikai függvények, 3D evolúciós algoritmus, neurális hálózat, Fuzzy algoritmus, fraktálok. Mi egy új, a térinformatikában eddig kevésbé használt módszert vizsgáltunk az adatok meghatározására, ez a neurális hálózat.

(Kulcsszavak: rekultiváció, digitális trepmodell, neurális hálózat)

ABSTRACT

Application of Artificial Intelligence in Recultivation

L. Gimesi

University of Pécs, Faculty of Natural Sciences, Department of Informatics and Technology, Pécs, H-7624 Ifjúság u. 6.

Developing a recultivating technology for existing refuses (spoil-bank) and reservoirs of slurry, and the elaboration of a monitoring system, have become one of the most significant tasks in Pécs and its neighbourhood because of previous mining activities. Sampling haens in well-defined (relatively few) places during the collection of data. For creating a digital urface model, drawing contour lines and for data evaluation, not only the information of places where measuring happened are needed, but we have to include the data of places where sample collection did not or could not take place. (In order or be able to create an exact surface model with acceptable resolution, we need data from numerous places.) Since we do not possess data from each point of a given area (it is impossible to collect and store data from infinite places), we have to use interpolation. To do that – in technical literature – there are several solutions: statistical functions, 3D evolutionary algorithm, neural network, Fuzzy algorithm and fractals. We examined a method that is new and rarely used in special informatics to process data. It is the neural network (NN).

(Keywords: recultivation, digital surface model, neural network)

BEVEZETÉS

Az ismertetésre kerülő kutatási terület része a "A dél-dunántúli régió környezetterhelésének csökkentésére irányuló komplex hulladékkezelési és rekultivációs technológia, valamint monitoring rendszer kifejlesztése és alkalmazása" című projektnek. Célja egy gazdaságos, ökológiai szempontból is optimális, komplex, rekultivációs technológia kifejlesztésére irányuló kutatás, annak demonstrációs alkalmazása, valamint komplex monitoring rendszerének kidolgozása (NKFP-3/050/2001 pályázat, 2003).

A Pécs és környékén végzett bányászati tevékenység felszámolása kapcsán szükséges-sé vált a keletkezett meddők, zagytározók, külfejtési területek felgyorsított rekultivációja.

Feladatunk egy olyan térinformatikai rendszer kidolgozása volt, amely biztosítja a keletkező nagymennyiségű adatok tárolását, a monitoring rendszer számára egységes adatszerkezetet biztosít és megoldja a különböző szakági (geodéziai, hidrológiai, biológiai, meteorológiai stb.) adatok egységes kezelését. (Megoldandó problémát jelentett a már meglévő adatállományok sokfélesége és azok konvertálása.)

A térinformatikai rendszernek biztosítania kell a hatékony, szemléletes információ-kinyerést és adatkiértékelést. (A feladat elvégzéséhez az adatokat a MECSEKÉRC Rt. és a PANNONPOWER Rt. biztosította számunkra.)

Az emberi gondolkodáshoz közelebb áll a képi megjelenítés, mint a nagy, numerikus adatokat tartalmazó táblázatok, amelyek ugyan pontos információt adnak, de nehezen kezelhetők, az összefüggések bemutatására nem alkalmasak. Ezért, a szemléletesség érdekében diagramokat (1. ábra) alkalmazunk. (Az ábra a PANNONPOWER Rt. zagytározó talajvízben mért ion koncentrációkat szemlélteti.) Az időbeni változások követéséhez a számsorok már teljesen alkalmatlanok, így monitoring rendszerek esetében is grafikonokat használunk. (Megjegyezzük, a grafikus eredmények hátránya, hogy – a korlátozott pontosságon kívül – csak kevés számú mérési hely adatait tudjuk így megjeleníteni.)

1. ábra

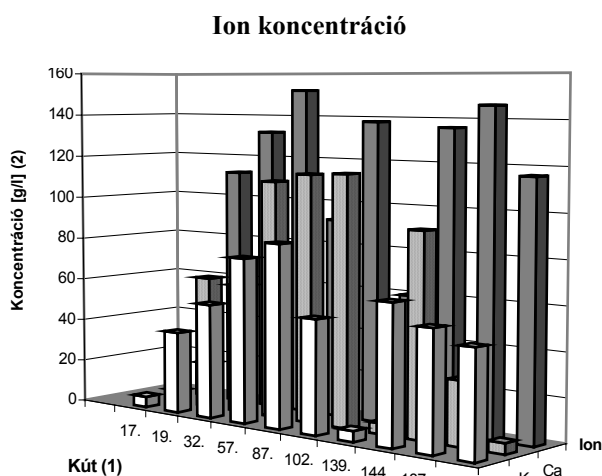


Figure 1: Concentration of Ions

Well(1), Concentration(2)

Az adatok térbeli elhelyezkedéséről a 3 dimenziós digitális terepmodell biztosítja a legszemléletesebb megjelenítést (2. ábra). Ekkor a mérési eredmények a környezettel együtt jelennek meg, így az összefüggések is jól értelmezhetők. Monitoring esetén a digitális terepmodell animálható, így a változások filmszerűen szemléltethetők.

2. ábra

Domborzati terepmodell

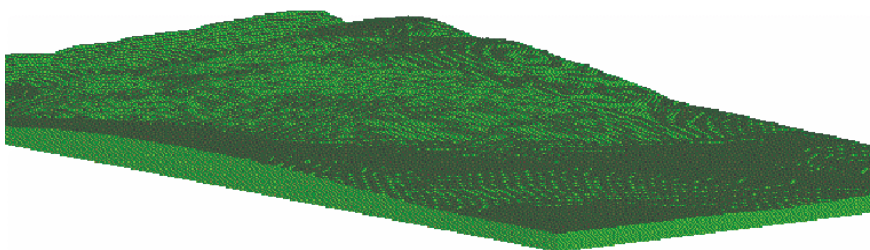


Figure 2: Terrain Model

Az adatbázis

Az egységes adatbázis létrehozásához olyan adatokat kellett találni, amelyeket mindegyik szakág használ. Az egyik ilyen a mintavétel helyének EOV koordinátája, amely kétdimenziós. A másik – a monitoring rendszer miatt – a mérés időpontja. Az adat jellegének megfelelően lehetőség van a térbeli (háromdimenziós) koordináták megadására is. Ugyanis nem minden mérés történik a felszínen. (Például: talajmintákat különböző mélységekből vehetünk, vagy légköri méréseket különböző magasságban végezhetünk.) A pontos helymeghatározást a műholdas GPS rendszer segíti.

Az adatbázis összefoglaló szerkezetén (3. ábra) látható, hogy az EOV koordináták valamint a mérés időpontja azonosítja a rekordokat, így ezeket kulcsmezőként definiáltuk. Ezt követik a különböző szakági adatok (Béres, 2002a; Gimesi, 2002).

3. ábra

Az adatbázis felépítése

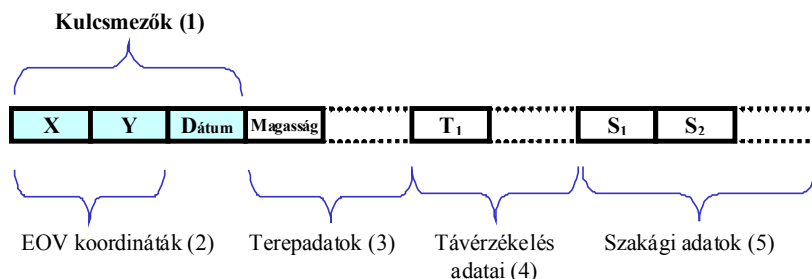


Figure 3: Structure of Database

Key(1), Coordinates(2), Terrain Data(3), Data of Remote Sensing(4), Special Data(5)
Ezek egyszerűbb kezelése és a különböző adattípusokhoz történő hozzáférési (felhasználói) jogok szétválasztása érdekében a szakági adatokat külön táblákban tároljuk. A táblák közötti kapcsolatot a kulcsmezők biztosítják (Béres, 2002b).

3D terepmodell

Ha egy háromdimenziós koordináta-rendszerben, a Z koordináták nem távolságot (magasságot), hanem valamilyen mennyiséget jelentenek, akkor olyan digitális terepmodellt kapunk, amely megmutatja, hogy adott EOV koordináta-hoz milyen mért értékek tartoznak. Így az X és Y (EOV) koordináták felhasználásával más mennyiségek is megjeleníthetők.

A 4. ábra a PANNONPOWER Rt. meddőhányóján mért uránkoncentráció eloszlását mutatja be. A baloldali képen felülnézetben, a terep és a mintavételi helyek; a másodikon a terep perspektivikus képe látható, ahol a Z koordinátáknak a koncentrációk értékei felelnek meg. (Megjegyezzük, hogy az ábrázolt értékek erősen torzítottak. A koncentrációk értékei jóval az egészségügyi határérték alatt vannak!)

4. ábra

Urán koncentráció

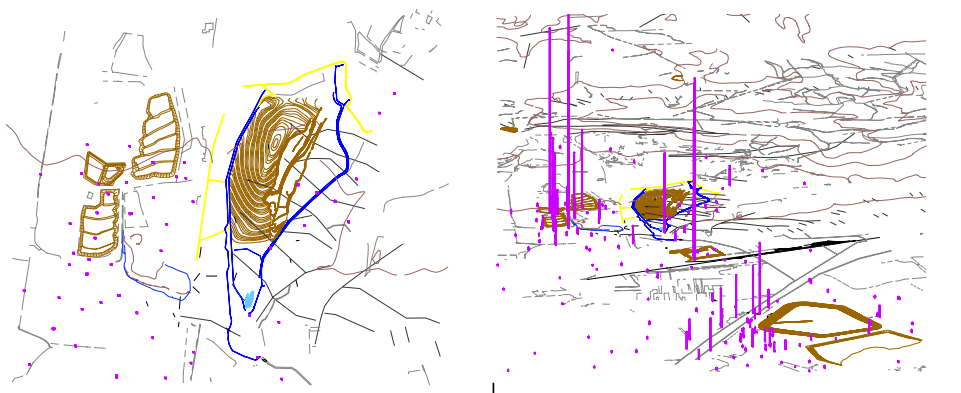


Figure 4: Concentration of Uranium

3D FELÜLETMODELL

Az adatgyűjtés során jól meghatározott (különböző térbeni) helyekről történik a mintavételezés, ami az előző ábrából is látható. A kiértékelésnél azonban nemcsak a mérési helyek információira lehet szükség, hanem következtetnünk kell olyan helyek adataira is, ahol nem történt (vagy nem történhetett) mintavételezés.

Mivel az adott terület minden egyes pontjáról nem rendelkezünk információval (képtelenség adatot begyűjteni és tárolni tetszőlegesen nagy számú mintavételezési helyről), ezért az ismeretlen adatok meghatározásához közelítő eljárást kell alkalmaznunk (Gimesi, 2004).

A feladat elvégzéséhez a terepre egy képzeletbeli hálót fektetünk, celláit homogénnek tekintjük. (A háló rácsméretének megadásánál a pontosság, a mérési helyek száma és sűrűsége, illetve a tárolókapacitás, valamint a számítás időigénye között meg kell találni az optimumot.)

A grafika elkészítéséhez minden egyes cellában meg kell határozni az aktuális értéket az ismert adatok alapján. Az értékek kiszámításához – a szakirodalmaknak megfelelően (pl. Steiner, 1990) – a következő lehetőségek adódnak:

- statisztikai függvények,
- 3d evolúciós algoritmusok,
- neurális hálózatok,
- Fuzzy algoritmusok,
- fraktálok.

A számítás után kapott adathalmaz egy digitális térképnek felel meg, ahol minden X és Y koordinátában (rácspontban) az ábrázolni kívánt érték szerepel, amely lehet a terep magassága, nyomelem-koncentráció, hőmérséklet vagy növényzet sűrűsége is.

A számítás eredményeit megjeleníthetjük:

- felülnézetben, szintvonalakkal vagy árnyalásos eljárással, ahol az azonos vagy közel azonos értékeket ugyanolyan színnel, esetleg szürke árnyalattal töltjük ki;
- axonometrikusan (esetleg perspektivikusan), ahol a mért vagy számított értékhez hozzárendeljük a Z koordinátákat (ilyen rajz látható a 2. ábrán is).

A feladat elvégzéséhez nem a hagyományos (statisztikai) módszerrel történő adat meghatározást választottuk, hanem új, a térinformatikában eddig kevésbé használt módszert alkalmaztunk, a neurális hálózatot.

NEURÁLIS HÁLÓZAT

Az (SNNS, 1998) irodalom alapján egyszerű neurális hálózat felépítését mutatja be az 5. ábra.

5. ábra

Neurális hálózat egyszerűsített ábrája

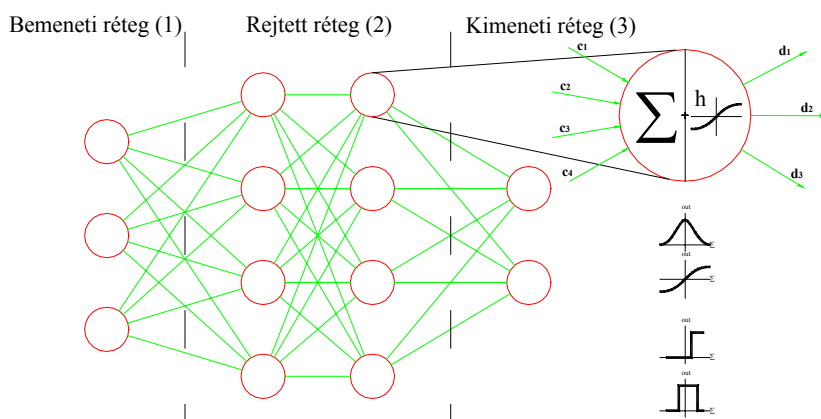


Figure 5: Structure of a simple neural network

Input layer(1), Hidden layer(2), Output layer(3)

Minden hálózat három rétegre bontható. A bemeneti (input) és a kimeneti (output) réteg annyi csomópontból (neuronból) áll, ahány bemenő, illetve kimenő adatunk van. A rejtett réteg mérete tetszőlegesen megválasztható. Az itt elhelyezkedő neuronok számától függ az eredmény pontossága, de a futási idő is. (A rejtett réteg több szintből (oszlopból) állhat, azok akár térben is elhelyezkedhetnek.) Az output réteg neuronjait kivéve, minden neuron kapcsolódik a következő szint neuronjaihoz. A kapcsolathoz tartozik egy arányszám (szorzótényező), amelyet a számítógép – a tanulási folyamat során – iterációval határoz meg. A rejtett réteg neuronjai három funkciót látnak el. Először összegzik a bejövő kapcsolatokról érkező adatokat, majd egy függvény segítségével transzformálják az összeget. (Az 5. ábrán néhány tipikus függvény látható.) Ezután – a kapott értéket – továbbküldik a következő szint csomópontjaihoz. A bemenő réteg neuronjai csak továbbküldik az adatokat, a kimenő rétegben pedig csak összegzés történik. (A korszerűbb neurális hálózat-szimulációs programok már visszacsatolási lehetőségekkel is rendelkeznek.)

A neurális háló (NN) használata négy szakaszra bontható.

- *Hálózat topológia elkészítése:* rétegek, szintek megadása, függvények definiálása.
- *Tanítási folyamat:* ismert input és output adatok segítségével meghatározni az összeköttetések arányszámát (súlyszámát). Abban az esetben, ha az eredmények nem egy előre megadott pontosságon belül vannak, akkor a topológiát újra kell szerkeszteni.
- *Ellenőrzés:* ismert (de nem a tanítási folyamatban megadott) eredmények segítségével tesztelni a hálót.
- *Felhasználás.*

A 6. ábrán a neurális hálózat segítségével készített felületmodell látható. (Az ábra az uránkoncentráció eloszlását ábrázolja egy leszűkített területen.)

A bemutatott digitális terepmodell-rajzok AutoCAD, illetve ArcView programmal készültek. Ezek meglehetősen drága és nagy erőforrás igényű szoftverek, azonban – az NN alkalmazásával – lehetőség van az Excel grafikon rajzoló moduljának használatára is. Az előző ábra adatai alapján készített grafikont szemléltet a 7. ábra.

6. ábra

Neurális hálózat segítségével készült felületmodell

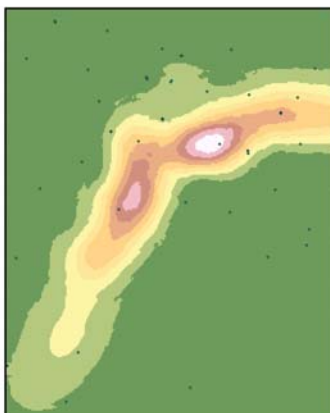


Figure 6: Surface model made with NN

7. ábra

Neurális hálózat és Excel segítségével készült felületmodell

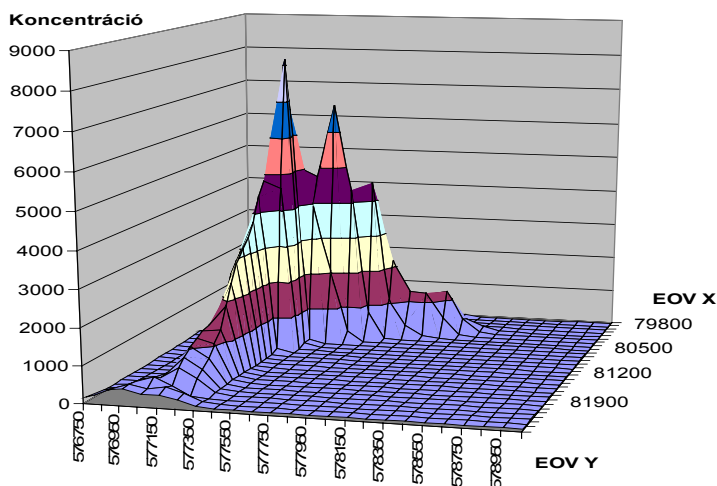


Figure 7: Surface model made with NN and Excel

Talajvízszint adatok

A Pannon Hőerőmű Rt. szennyvíztisztítójának területén korábbi (1992-2002) mérésekből származó, talajvíz adatokat dolgoztunk fel. A feladat része volt: az adatok konvertálása, a digitális terepmodell (interpoláció) elkészítése és a talajvízszint abszolút magasságának szintvonalas (izovonalas) ábrázolása (Gimesi, 2003).

A 8. ábra a 2001. április 20-án mért talajvízszint értékeit mutatja. A különböző időpontban elvégzett mérések ábrázolásával, és a rajzok egymás utáni levetítésével jól szemléltethető a vízszint változása.

Az adatok kiértékeléséhez segítséget nyújt, hogy az eredmények egy térképre készülnek, amely tartalmazza a felszíni azonosítási pontokat. Így lehetőség van például a

terepen végzett mérések és a talajvízszint összehasonlítására, azok közötti összefüggések feltárására.

KÖVETKEZTETÉSEK

A neurális hálóval végzett interpolálás használhatóságát összehasonlítottuk az ArcView-val elérhető krigelési módszerrel, amely a geostatistikában általánosságban használt módszer. Néhány esetet kivéve, az eredmények jól közelítették egymást. Ha jelentős volt a mért értékek szórása (nagy volt az eltérés közöttük), akkor a krigeléssel végzett interpolálás hibásan működött. A neurális hálózattal ezt nem tapasztaltuk.

A neurális háló további előnye, hogy több bemenő adattal is dolgozhatunk. Például, figyelembe vehetjük a magasságot, a hőmérsékletet, a szélereősséget, és minden olyan információt, amely hatással lehet a mérés eredményére.

A módszer hátránya, hogy a hálózat kialakítása és a tanulási fázis nagy figyelmet igényel. A tanulási folyamatnak jelentős az idő és erőforrás igénye, viszont a felépített (megtanított) neurális háló már nagyon gyorsan működik.

8. ábra

Talajvízszint

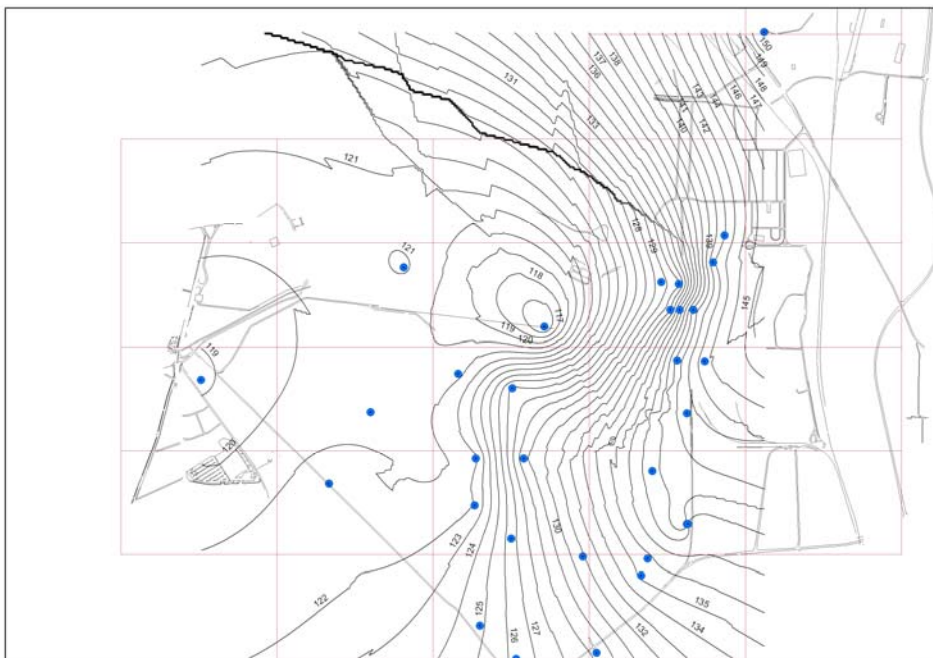


Figure 8: Ground water table

A későbbiekben vizsgálni kívánjuk a különböző interpolálási módszerek stabilitását. Ennek kapcsán arról szeretnénk információt kapni, hogy ha kiveszünk egy-egy mérési helyet a rendszerből, akkor milyen mértékben változnak meg az interpolált adatok.

További vizsgálatokat kívánunk végezni a talajvízben mért ionkoncentrációkkal. Összefüggéseket keresünk például a felhalmozott oxigén, a víz áramlási sebessége és a hely között. Elemzésre vár az extra magas, illetve alacsony koncentrációk eredete, a koncentráció eloszlás, és annak kapcsolata a talajösszetétellel, továbbá a felszínnel.

IRODALOM

- Béres Cs.Z. (2002a). Térinformatika a rekultivációban. Informatika a felsőoktatásban 2002. Debreceni Egyetem. Debrecen.
- Béres Cs Z., Bornemisza I., Csapó L., Gimesi L., Markó T. (2002b). Összefoglaló az NKFP-3/050/2001 számú, „A dél-dunántúli régió környezetterhelésének csökkentésére irányuló komplex hulladékkezelési és rekultivációs technológia, valamint monitoring rendszer kifejlesztése és alkalmazása” című projekt 2.8 alprojekt informatikai rendszeréről. Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
- Gimesi L. (2002). Abiotikus és biotikus mérésadatok feldolgozását szolgáló térinformatikai feldolgozó rendszer adatbeviteli és adatellenőrző programjainak elkészítése (NKFP-3/050/2001 pályázat). Szakvélemény. Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
- Gimesi L. (2003). Az NKFP-3/050/2001 pályázat térinformatikai feldolgozó rendszerének továbbfejlesztése a Pannon Hőerőmű Rt. korábbi abiotikus adatainak a térinformatikai rendszerbe vitele és feldolgozása érdekében. Szakvélemény. Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
- Gimesi L., Béres Cs.Z., Bérczi Sz., Hegyi S., Cech V. (2004). Teaching planetary GIS by constructing its model for the test terrain of the Hunveyor and Hussar. 35th Lunar and Planetary Science Conference, Houston. 1140.
- NKFP-3/050/2001 pályázat. (2003). A dél-dunántúli régió környezetterhelésének csökkentésére irányuló komplex hulladékkezelési és rekultivációs technológia, valamint monitoring rendszer kifejlesztése és alkalmazása.
- SNNS (1998). Stuttgart Neural Network Simulator User Manual (Version 4.2). University of Stuttgart.
- Steiner F. (1990). A geostatiztika alapjai. Tankönyvkiadó, Budapest.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Gimesi László

PTE, TTK, Informatika és Általános Technika Tanszék

7624 Pécs, Ifjúság útja 6.

University of Pécs, Faculty of Science

Department of Informatics and Technology

H-7624 Pécs, Ifjúság u. 6.

Tel.: +36-72-503 600/4197, mobil: +36-30-9463 749; fax: +36-72-503 697

E-mail: gimesi@ttk.pte.hu



A térinformatika szerepe a rekultivációban

Béres Cs.Z.

Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Matematikai és Informatikai Intézet
Informatika és Általános Technika Tanszék, Pécs, 7624 Ifjúság útja 6.

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikkben rövid áttekintést adok arról, hogy milyen szerepe lehet a térinformatikának a rekultivációban, különös tekintettel a monitoring rendszerekre. A térinformatikai és monitoring rendszerek együttes alkalmazása, integrálása számos előnnyel kecsegtet. Kifejtésre kerülnek azok a szempontok, követelmények, amelyek alapján modern, skálázható és adaptálható térinformatikai alapú monitoring rendszer kialakítása történhet. Ezek után esettanulmány következik, amelyben röviden bemutatom egy ilyen térinformatikai monitoring rendszer kialakításának folyamatát, a felmerülő problémákat és azok egy lehetséges megoldását, valamint az alkalmazás során eddig elért eredményeket. (Kulcsszavak: térinformatika, rekultiváció, monitoring rendszer)

ABSTRACT

The role of spatial informatics in recultivation

Cs.Z. Béres

University of Pécs, Faculty of Natural Sciences, Institut of Mathematics and Informatics
Department of Informatics and Technology, Pécs, H-7624 Ifjúság str. 6., Hungary

A short summary is given in this article about the role of spatial informatics in recultivation, especially the role of monitoring systems. The common application and integration of GIS and monitoring systems promise sign cant benefits. The view-points and requirements on the basis of which the development of a modern, scaleable and adaptable GIS-based monitoring system can take place are expressed here. This is followed by a case study, where I show the process of the development of such a GIS-based monitoring system, the emerging problems and the solutions to these chosen by us, and the results obtained through this application.

(Keywords: spatial informatics, recultivation, monitoring system)

BEVEZETÉS

A térinformatika jelenlegi és jövőbeli lehetőségei a rekultivációban

A rekultiváció maga azt jelenti, hogy az emberi beavatkozás (ipari, bányászati és egyéb tevékenységek) következtében visszamaradt, átalakított, esetlegesen szennyezett területeket helyreállítják, a tájsebeket eltüntetik, és az érintett területeket alkalmassá teszik a későbbi hasznosításra. Egyre több potenciális felhasználó ismeri fel a komplex vizsgálatok jelentőségét a döntéshozatalban. Így a környezetvédelem, és annak részeként a rekultiváció területén is megteremtődtek az igények a regionális, továbbá lokális adatbázisok létrehozására (Márkus, 1994a), amit a térinformatikai, és monitoring alkalmazások jól használhatnak.

Köztudott, hogy a dél-dunántúli régió Magyarország egyik legszennyezettebb területe. A két évszázados bányászati tevékenység degradált területek keletkezését, továbbá a környezetet terhelő anyagok nagy mennyiségű felhalmozódását eredményezte. További feladatokat jelent a jelenlegi ipari termelés egyes melléktermékeinek kezelése, elhelyezése is.

A térinformatika mint a döntés-előkészítés egyik hatékony eszköze, ebben tud segítséget nyújtani, feltárva a területi összefüggéseket. Ezen térbeli függőségek leírása mellett azonban a rekultivációs tevékenységek tervezésében, illetve a rekultiváció folyamatának nyomon követésében, az érintett környezeti hatások monitorozásában is komoly segítséget nyújt.

MONITORING RENDSZEREK A REKULTIVÁCIÓBAN

Mind a monitoring, mind pedig a térinformatikai rendszerek a döntés-előkészítés szerves részét képezték, és képezik ma is. A rekultiváció során fontos követelmény, hogy a változásokat a vizsgált területeken terület-specifikusan is lehessen követni, és a meglévő adatok, továbbá modellek alapján a jövőben bekövetkező változásokra, azok térbeli elhelyezkedésére, időbeliségére, a változás sebességére is tudjunk következtetni. Ezen szempontok együttesen indokolják, hogy e területen miért célszerű a hagyományos monitoring és a térinformatikai rendszerek egymással való szoros együttműködése. Ezen rendszerek ugyanis együttesen, egymás adottságait kiegészítve és néhány esetben integrálva olyan új lehetőségeket rejtenek magukban, amelyek nagymértékben segítik a döntéshozatalt, valamint a rekultivációs fázisok tervezését, a használt technológiák későbbi értékelését és hatékonyságuk vizsgálatát is.

A térinformatikai alapú monitoring

A monitoring elsődleges feladata a mindenkori állapot vizsgált szempontok szerinti leírása, megfigyelése, a térinformatika pedig ezen állapotok térbeli összefüggéseiről nyújt újabb információkat. A monitoring másik fontos jellemzője a folyamatok időbeliségéről szerzett információk mérése, összegyűjtése, feldolgozása. A térinformatika ezen információk alapján már arra is lehetőséget nyújt, hogy a tapasztalati összefüggéseket nemcsak térben, hanem időben is hatékonyan lehessen elemezni, modelleket alkotni (*Detrekői és Szabó, 1998; Márkus, 1994b; Goodchild, 1997*). Ezekkel szemben pedig elvárás az, hogy mind a vizsgált területekre és folyamatokra, mind pedig más, hasonló jellegű feladatok megoldására használhatók legyenek.

A térinformatikai alapú monitoringgal szemben támasztott követelmények

Mivel mind a térinformatikai, mind pedig a monitoring rendszerek jellemzően nagy adathalmazokkal dolgoznak, az egyik elsődleges feladat az adatok nyilvántartása, mégpedig a későbbi igények szerinti optimális formában.

Optimális forma alatt értjük az adatokhoz és a feldolgozásokhoz kapcsolódó mennyiségi és minőségi jellemzők együttesének a térinformatikai monitoring által vizsgált jellemzők és származtatott mennyiségek szempontjából kialakított olyan rendszerét, amely a rendszer kiépítési céljait és követelményeit kielégíti.

Az adatmennyiséggel kapcsolatos követelménynek, amíg kevés szempont van, nem túl nehéz megfelelni, hiszen a különböző szempontok szerinti lokális adatbázisok kezelésére, menedzselésére jól használható eszközök és lehetőségek vannak. Ahogy azonban nő az információs igény, a szükséges és mért adatmennyiség, a lehetséges elemzési szempontok száma, úgy az összefüggések meghatározásának bonyolultsága is

egyre nő. Ennek az a következménye, hogy a lokális adatbázisokból létrehozott, összefésült adatbázis konzisztenciája egyre nehezebben biztosítható, nő a redundancia, a származtatott értékek száma és igénye. Mindezekből következik, hogy a hatékony megoldás érdekében egyre szélesebb tudományterületi szaktudást kell integrálni, és biztosítani a különböző szakterületek együttműködését (Tamás, 2000).

A nagyméretű adatbázisok kezelése mellett biztosítani kell az adatok minőségét, meg kell felelni az ezekkel kapcsolatos követelményeknek is (Rybachzuck, 1995; Longley et al., 1999):

- térbeli és tartalmi pontosság, azaz geometriai pontosság és attribútum pontosság;
- ellentmondás-mentesség, azaz logikai konzisztencia;
- teljesség, azaz a vizsgált jellemzők szakági szempontú teljes lefedettsége;
- aktualitás, azaz az adatok időbelisége.

A térinformatikai monitoring rendszerrel kapcsolatos elvárások

Minden ilyen rendszernek, különösen az újonnan tervezett és megvalósítottak meg kell felelnie a jelenlegi igényeknek. Ezek alatt elsősorban a törvényi, gazdasági/gazdaságossági, kutatási, biztonsági igények értendők.

A rendszer tervezésekor a monitoring életciklusára kell tervezni, azaz a rendszer kialakításakor mindenképpen figyelembe kell venni a későbbi technológia-követést, az új technológiák beépítésének lehetőségét is.

Rugalmas, a későbbi igényeket is integrálni tudó rendszert kell építeni (skalázhatóság). Ez természetesen igaz mind a hardver, mind pedig a szoftver-architektúra kialakítására is.

Hordozható rendszert kell kiépíteni a technológia-követés és változás problémája miatt.

Biztosítani kell az igényelt rendelkezésre állást. Ez azt jelenti, hogy az adatok mérése és a belőlük kapott eredmények kiértékelése közt eltelt időnek az igények alapján meghatározott időintervallumon belül meg kell történnie. Ez a feltétel tulajdonképpen a valós-idejű rendszerek „response time constraint” kritériumainak alkalmazását jelenti a térinformatikai monitoring rendszerekben (Schild és Würtz, 1998).

Adaptálható rendszert kell létrehozni, azaz törekedni kell olyan (szabványos) megoldások alkalmazására, amelyek lehetővé teszik, hogy az adott rendszer lényegi változtatások nélkül, esetlegesen kisebb mértékű átalakítással (pl. kliens csere, szoftverkomponens váltás, verzióváltás miatt) hasonló, vagy teljesen megegyező funkcionalitással máshol is alkalmazható legyen.

ESETTANULMÁNY

az NKFP-3/050/2001 számú, "A dél-dunántúli régió környezetterhelésének csökkentésére irányuló komplex hulladékkezelési és rekultivációs technológia, valamint monitoring rendszer kifejlesztése és alkalmazása" című projekt térinformatikai feladatairól.

A projekt célja egy gazdaságos, ökológiai szempontból is optimális, komplex, rekultivációs technológia kifejlesztése, annak demonstrációs alkalmazása, valamint komplex monitoring rendszerének kidolgozása. Mindez két, jelentős probléma egyidejű megoldására irányuló alprojektből áll (NKFP, 2001).

1. KOMPOSZT alprojekt

Az alprojekt célja az ipari, illetve kommunális eredetű szerves hulladékok (detoxifikált bőripari nyesedék és fehérje oldat, bőripari magas fehérjetartalmú szennyvíziszap, ipari szennyezettségű kommunális szennyvíziszap, parkkezelési zöldhulladék) korszerű

kezelésének kidolgozása gyorskomposztálási eljárás alkalmazásával, ugyanakkor a belőlük előállított, tápanyagban dús komposzt elhelyezésének megoldása, valamint a bőripari nehézfém tartalmú iszapok mennyiségének és a kommunális szennyvíziszap térfogatának csökkentése mikrobiológiai módszerek alkalmazásával, kisminta és üzemi kísérletek végrehajtásával.

2. REKULTIVÁCIÓ ÉS BIOMONITORING alprojekt

Ezen alprojekt a bányászati és az ipari tevékenység során keletkező felhalmozási területeknek (uránbánya meddői, zagytározók, szénbányák külfejtése, hőerőmű híg- és sűrűzagy-tározói) komposztalattal végezhető, felgyorsított rekultivációjával foglalkozik. A feltárt hidrológiai, felszínfejlődési stb. adatok GIS adatbázisát képezik, így kölcsönhatásait, a folyamatok elemzését számítógépes eljárásokkal lehet elvégezni. A bányászat során létrehozott litológiai, domborzati, vízrajzi és klimatikus viszonyok értékelése a rekonstruált „eredeti” (bányászat előtti) állapothoz mérve történik. A bányászat előtti, eredeti, illetve a bánya bezárása után tereprendezéssel kialakított, mesterséges domborzatú felszínről digitális terepmodell (DTM) készül. Mindezekkel párhuzamosan ki kell dolgozni egy biológiai monitoring rendszert, amely a kialakítandó kísérleti parcellák és a kontroll területek adatainak felhasználásával a talajfejlődés folyamatát, a biotikus változásokat, az új rekultivációs technológia folyamatos követését és összehasonlíthatóságát teszi lehetővé. A biomonitoring rendszer elemei a mikroorganizmusok, a növény- és állatvilág.

A továbbiakban elsősorban a rekultivációs alprojekttel fogok foglalkozni, hiszen ennek vannak elsődlegesen térinformatikai vonatkozásai.

A pályázat 2.8-as részfeladatának keretében a következő alfeladatok szükségessége fogalmazódott meg.

- 2.8.1. A meglévő monitoring adatok bevétele és feldolgozása.
- 2.8.2. Módszertani kutatás a monitoring adatok térinformatikai rendszerbe foglalására, a biotikus és abiotikus tényezők adatbázisának integrálása.
- 2.8.3. A kialakítandó rendszer segítségével adatelemzés, értékelés, megjelenítés, modellezés.

Az előzőekben megfogalmazott általános célok szem előtt tartásával a következő feladatokat kellett megvalósítani a projekt időtartama alatt.

- Egységes struktúrájú adatbázis létrehozása.
- Konverziók elvégzése, adatrögzítés.
- Digitális terepmodell és a hozzá tartozó adatbázis kialakítása.
- Interpolációk: olyan helyekről is kell információ, ahol nem történt mérés.
- Szakági igényeknek megfelelő eredmény megjelenítése.

A hazai és nemzetközi tapasztalatok figyelembevételével el kellett készíteni a kialakítandó rendszer rendszertervét (*Kertész, 1997; Kollányi és Prajczner, 1995; Rockwell, 1998; Williams 2000; Schwartz et al., 1999; Longley et al., 1999*). A rendszertervben kitüntetett szerepet kapott az adatbázis és az architektúra logikai és fizikai tervezése, és ezekből következően egy olyan implementáció létrehozása, amely eleget tesz az előzőekben már említett, a térinformatikai monitoring rendszerekkel szemben támasztott általános követelményeknek is.

Ezek alapján az adatbázissal kapcsolatos követelményspecifikációban a következő elvárások fogalmazódtak meg.

Az adatbázisnak meg kell felelni az alábbi követelményeknek:

- Biztosítsa a konkurens adathozzáférést. Egyidőben több felhasználó férhessen hozzá.
- Biztosítsa az adatvédelmet, védje az adatokat a jogosulatlan hozzáféréssel szemben.

- Relációs vagy objektum-relációs adatmodell alapján épüljön fel.
- Utólagosan is lehessen lekérdezéseket meghatározni.
- Legyen alkalmas adatszolgáltatásra a térinformatikai megjelenítést végző programok számára.

Térinformatikai szempont szerint az adatok két nagy csoportba sorolhatók. A rekultivációt érintő területekről kialakítandó egységes digitális terepmodell felépítéséhez szükséges adathalmazra, illetve a rekultiválandó területeken és azok közvetlen környezetében történt mérésekből álló adathalmazra.

A mérendő adatok lehetnek abiotikus és biotikus mennyiségek. Ennek megfelelően abiotikus mennyiségek a meteorológiai adatok, a felvitt földborításban, talajban található nehézfém szennyezések, talajtaniilag fontos fő komponensek és nyomelemek, a földborítás, a talaj ásványi anyagai és egyéb jellemző mennyiségei, a felszínmozgás, továbbá a sugárterhelés, a geotechnikai, a geofizikai, illetve a hidrogeológiai adatok.

Biotikus mennyiségek a komposztok jellemzésével kapcsolatos adatok, a mikrobiológiai mennyiségek, a növényzet leírásával, az állattani monitoringgal kapcsolatos adatok.

A rendelkezésre álló adatok, eszközök

Az abiotikus monitoring kialakításával, illetve ennek kapcsán a térinformatikai rendszer adataival kapcsolatban elsősorban adatszervezési, konverziós és logisztikai kérdések merültek fel. Ugyanis nem teljesen új rendszert kellett kialakítani, hanem a meglévő lokális adatokat, adatbázisokat kellett az új rendszer számára összefésülni, konvertálni, illetve a kialakított új adatbázis-modellben való tároláshoz a redundanciákat kiszűrni, az új kapcsolatoknak megfelelően szervezni. Emellett a lokálisan meglévő rendszereket kellett transzparenssé tenni, illetve az új rendszerbe integrálni, az exportot, importot a jelenlegi és az esetlegesen felmerülő jövőbeni igényeknek megfelelően átszervezni, a követelményeknek megfelelően rugalmassá tenni, mivel az abiotikus monitoring-tevékenységet a konzorciumban résztvevő cégek saját területükön jórészt már végezték. A MECSEKÉRC Rt.-nél például EN ISO 9001:2000 minősítési és a NAT által az MSZ EN 45001:1990 szabvány szerint lefolytatott, a Környezetvédelmi Bázis Vizsgáló Laboratóriumai akkreditált tevékenységét szabályozó Minőségügyi Kézikönyv szabályozásai alapján hajtják végre jelenleg is (Bánik *et al.*, 2001). Az abiotikus monitoring rendszer kialakításánál tehát a már meglévő szabályozások és a helyi monitoring rendszerek nyújtották a térinformatikai alapú monitoring rendszer alapját.

Más volt a helyzet a biotikus monitoring rendszer kialakításával kapcsolatban. Biotikus monitoring gyakorlatilag nem volt, ilyen jellegű adatok elenyésző mennyiségben vagy egyáltalán nem álltak rendelkezésre. A biotikus monitoring kialakításához és az integrált monitoring rendszerbe történő beillesztéséhez a komposztálási, a komposztok biotikus hatásait elemző előzetes laboratóriumi és üzemi kísérletekre volt szükség. Ebből következően az abiotikus és a biotikus monitoring rendszerek kialakítása időben eltolódott egymástól. Az abiotikus monitoring tervezésénél azonban már figyelembe kellett venni annak későbbi integrálhatóságát a fitomonitoringgal és a zoomonitoringgal is. Emiatt a térinformatikai monitoring rendszertervezését három lépcsőben kellett megoldani. Először az abiotikus monitoring és a kapcsolódó rendszertervezési feladatok, aztán a biotikus monitoring és a kapcsolódó rendszertervezési feladatok, legvégül pedig az integrált rendszer tervezésével kapcsolatos feladatok következtek (Béres *et al.*, 2002).

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Több lépcsőben került kialakításra a törvényi és szakági igényeknek megfelelő adatbázis. Ennek kialakításakor az érintett szakértőkkel egyeztetve, javaslataik alapján figyelembe vettük a szakterületeken érvényes szabályozásokat, és olyan egységes kódrendszereket használtunk, amelyek az adott szakterületen szabványosak, vagy általánosan elfogadottak (Bánik *et al.* 2001; Berta *et al.*, 2001; Benkovics *et al.*, 2003; Horváth *et al.*, 1995).

Megoldottuk a szükséges adatkonverziót, az automatizált és kézi adatimportot, valamint adatbevitelt. A térinformatikai rendszer alapjául az a digitális terepmodell szolgál, ami a katonai DTA-50 és interpolált DTA-10-es adatokból származik a konzorciumi tagok saját méréseivel kiegészítve.

Az adatbázis kialakításánál az architektúrális követelmények miatt a hibrid GIS modellt választottuk (Healey 1991). A koordináta és topológiai adatállományokat, melyek elsősorban a megjelenítéshez szükségesek, külön tároltuk, míg az attribútumokat tartalmazó adatok ORDB modellben, egy másik helyen kerültek tárolásra. Előbbiek a térbeli feldolgozást végző kliens oldalon, míg utóbbiak a többszörös hozzáférést biztosító adatbázis kiszolgálón.

A kialakított rendszerben megoldottuk az adatokhoz és a tematikus nézetekhez való konkurens hozzáférést, az adatgazdák jogosultsági szint szerinti kezelését a jelenlegi igények alapján.

A követelmények figyelembevételével egységesítettük a rendszer szoftverkomponenseit. A kliens-szerver alapú rendszerben a kommunikációhoz olyan szabványos, könnyen hozzáférhető megoldásokat és interfészeket használtunk, amelyek lehetővé teszik az életciklus alatt a skálázhatóságot, adaptivitást és a hordozhatóságot. Megoldottuk a szoftverkomponensek cserélhetőségét anélkül, hogy a rendszert újra kelljen tervezni ilyen esetben.

A rendszer biztonságos működtetéséhez négy szintű jogosultsági rendszer került megvalósításra: az adatbázis tábláihoz tulajdonosi (db owner) jogosultsággal az adatbázis-adminisztrátor és az adatbázis tervezői férhetnek hozzá. Az üzemeltetés során szükséges tevékenységek elvégzéséhez (archiválás, mentés, szinkronizálás stb.) szintén egy külön operátori jogosultsági szint lett meghatározva. Az adatkarbantartást (bevitelt, módosítást, törlést) táblánként legalább egy-egy felhasználó végzi, akik az adott táblára írási, illetve módosítási joggal (data writer) rendelkeznek, de tulajdonosival (table owner) nem. Emellett minden adatbázis-felhasználóra igaz jelenleg, hogy olvasási jogosultsággal bír az adatbázis összes felhasználói táblájához (data reader).

A térinformatikai rendszer kliens-szerver elven, kétrétegű vastag kliens architektúrában került megvalósításra. Az adatbázis egy központi szerveren található, aminek a menedzselését RDBMS végzi. Szintén a központi szerveren található a térinformatikai szoftver licenszeit kezelő licensz-szerver is. Az adatbázishoz történő hozzáférés kliens oldalról natív driver és ODBC driver segítségével valósul meg. A térinformatikai feldolgozást végző kliens oldali szoftverek a licensz-szerveren történt autentikációt követően a kliens oldali számítógépen futnak, hasonlóan az adatbevitelt és lekérdezéseket megvalósító szoftverekhez.

Az adatfelvitel MS Access kliens programmal történik, amely ODBC, illetve natív driver segítségével kapcsolódik a központi adatbázis szerverhez, ami az MS SQL 2000 Standard Ed. A kapcsolat per session autentikációjú a biztonság növelése és az egy gépről indított folyamatok adatmódosításainak elkülönítése érdekében.

Az adatbázisban tárolt adatok numerikus, táblázatos lekérdezésre alkalmas, és minden számítógépről elérhető MS Access program által is hozzáférhetők. A térbeli feldolgozás és megjelenítés az ESRI ArcGIS programcsomag segítségével történik. Az adatkinyerés logikai nézetek (tematikus view-k) és SQL lekérdezések segítségével valósul meg a térinformatikai szoftverrendszer számára. Az ArcGIS 8 programcsomag is ODBC, illetve natív driver segítségével fér hozzá az adatbázishoz. Az elkészített tematikus logikai nézetek az igények szerint központi, osztott hozzáféréssel is elérhetők.

Itt már szembe kellett néznünk a verzióváltás problémáival is. A projekt kezdeti szakaszában az ESRI ArcGIS 8.1 verzióval kezdtünk, bizonyos klienseken jelenleg már a 8.3 verzió fut. MS Access 97 kliensek mellett több helyen MS Access 2000 és 2002 kliensekkel dolgoznak. Ez a szoftver-komponens váltás azonban a tervezésből és implementációból adódóan nem okozott problémát (Béres, 2002).

Az adatbázisban minden érintett területről és szempontról rendelkezésre állnak már adatok, és folyamatosan érkeznek az igények a grafikus megjelenítés egyes részleteire. A megjelenítés alapját az alábbi források szolgáltatják:

- a Mecsekérc Rt-től kapott, AutoCAD alapú térkép,
- DTA-50 és interpolált DTA-10,
- a PANNONPOWER Rt-től kapott, AutoCAD alapú térkép,
- a terepi vizsgálatot segítő parcella-, mikroparcella- és raszterháló-koordináták,
- az egyes szakterületek terepi mérési eredményei,
- Pécs tágabb területét ábrázoló légifotók.

Az érintett területek mérési eredményeinek ábrázolása a központi adatbázisból, az egységesen kialakított struktúrából történik, melyet az MS SQL Server biztosít.

Az alábbi objektumok adatai adatbázisból (EOV-koordinátákkal) elérhetők:

- a kísérleti területek (az egyes kísérleti parcellák és monitorparcellák) végleges helye,
- a parcellák további részterületeinek (mikroparcellák) középponti koordinátái,
- az egyes területeken kialakított 50×50 m-es raszterháló.

Az említett objektumok grafikus ábrázolása is megtörtént. Az adatok megfelelő csoportosítása, előkészítése, logikai nézetek létrehozása után az adott igényt megfogalmazó szakterület képviselője meghatározza, hogy számára milyen formában a legcélszerűbb a megjelenítés. A megjelenítések a belső konzorciumi szabályoknak megfelelő formában készültek, amelyek a tematikus térképek elnevezéseit, jelzésrendszerét és jelmagyarázatát szabályozták elsősorban az áttekinthetőség, gyors azonosíthatóság és kereshetőség szempontjait érvényesítve. Mivel ilyen jellegű tematikus térképek nagy számban készültek, a katalogizálás miatt már az elnevezésekben is a következő belső szabályozás volt a követelmény:

Tematikus térkép címének automatikus előállítás:

1. karakter: konzorciumi partner azonosító kódja.
2. karakter: parcella jellege.
3. karakter: a vizsgálati időszak évének utolsó számjegye.
4. karakter: a vizsgálati időszak biotikus ciklusának azonosítója.
- 5-7. karakter: parcella azonosítója.
- 8-9. karakter: szakági azonosító.

Néhány ilyen megjelenítés példaként (Csapó, 2003; Bornemisza, 2003; Béres, 2003) alapján.

1. táblázat

A térképeken szereplő komposztok kódjainak jelentése az adatbázis táblái alapján

Komposzt		
Kód	Megnevezés	Összetétel
B1	KBV Kht. 1-es komposzt	szalma + bőrgyári nyershulladék 188 m ³ +108t GORE
B4	KBV Kht. 4-es komposzt	fa+fenyő+fű+levél+bőrgyári nyershulladék 279m ³ +70t GORE
BK6	Biokom Kft. 6-os komposzt	lomb:föld = 90:10, 50m ³
G	Vízmű-granulátum	
V1	Pécsi Vízmű 1-es komposzt	szalma + szennyvíziszap + MLK2 150m ³ + 150m ³ GORE

Table 1: Meaning of the codes of the composts in the maps by the tables of data base

1. ábra

MECSEKÉRC Rt. PM2 kísérleti parcelláján kísérleti komposzt bevitel (2002 ősz)
(Mk2oPM2cm.pdf)

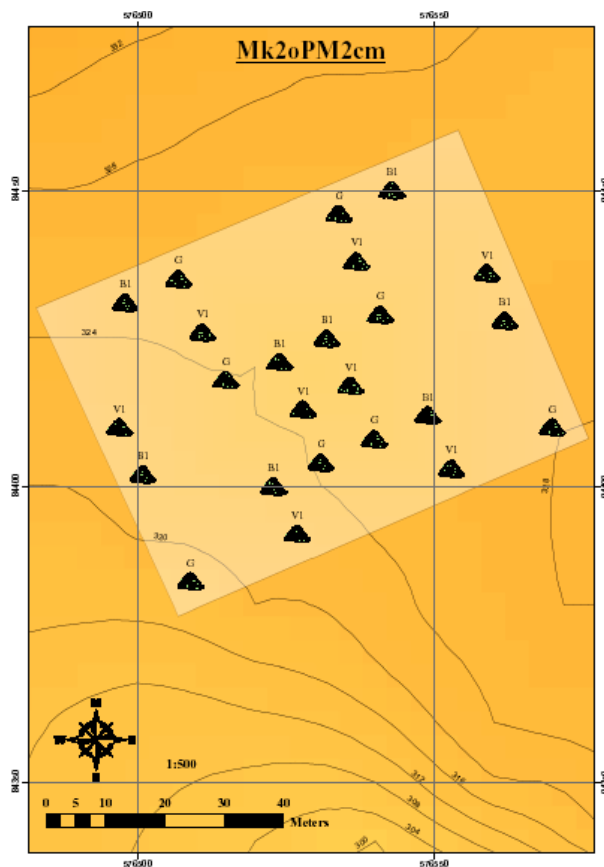


Figure 1: Overlay of the tentative composts on the test area PM2 of the MECSEKÉRC Rt. corporation (Autumn, 2002)

2. ábra

MECEKÉRC Rt. PM2 kísérleti parcelláján kísérleti komposzt bevitel (2002 ősz), a komposztokat színek jelzik, rajtuk szerepelnek a facséméték magyar nevükkel (Mk2oPM2cK.pdf)

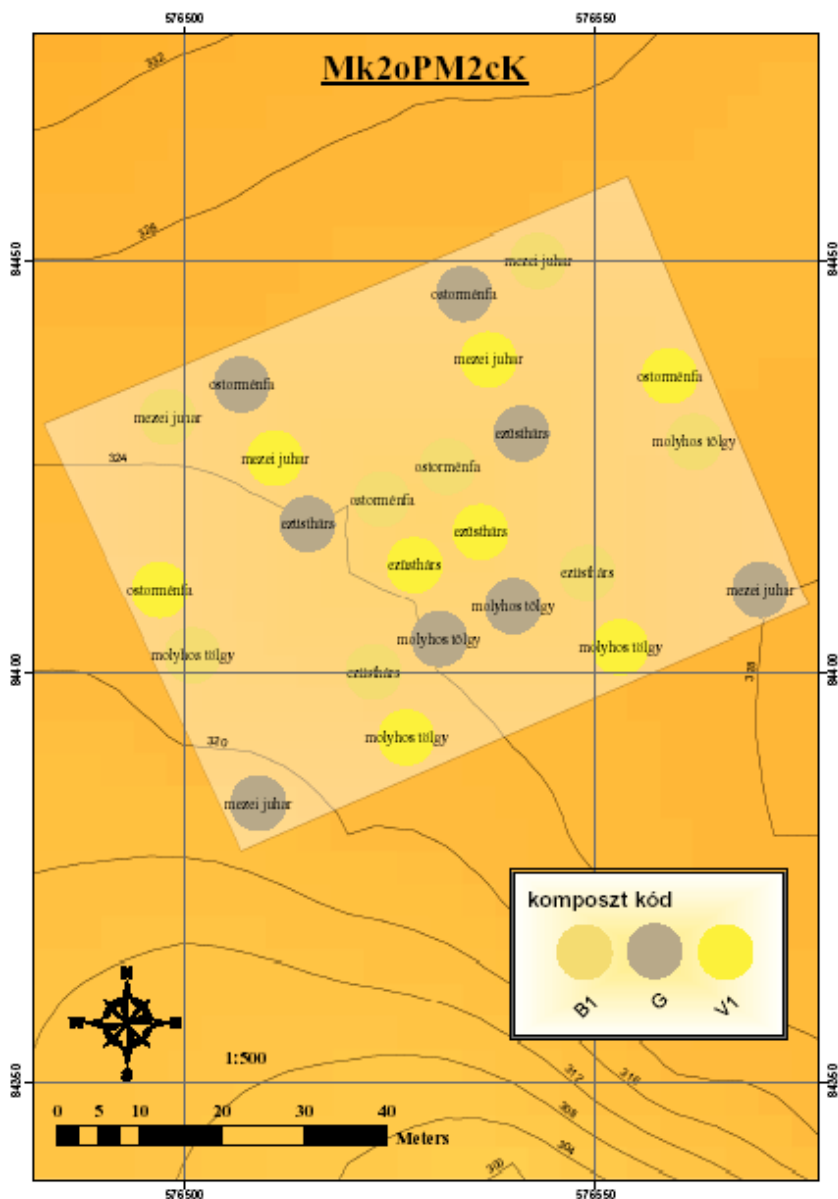


Figure 2: Overlay of the tentative composts on the test area PM2 of the MECSEKÉRC Rt. corporation (Autumn, 2002), the composts are indicated by colours with the Hungarian names of the trees

3. ábra

**MECSEKÉRC Rt. PM2 kísérleti parcelláján kísérleti komposzt bevitel
(2003 tavasz)
(Mk3tPM2cm.pdf)**

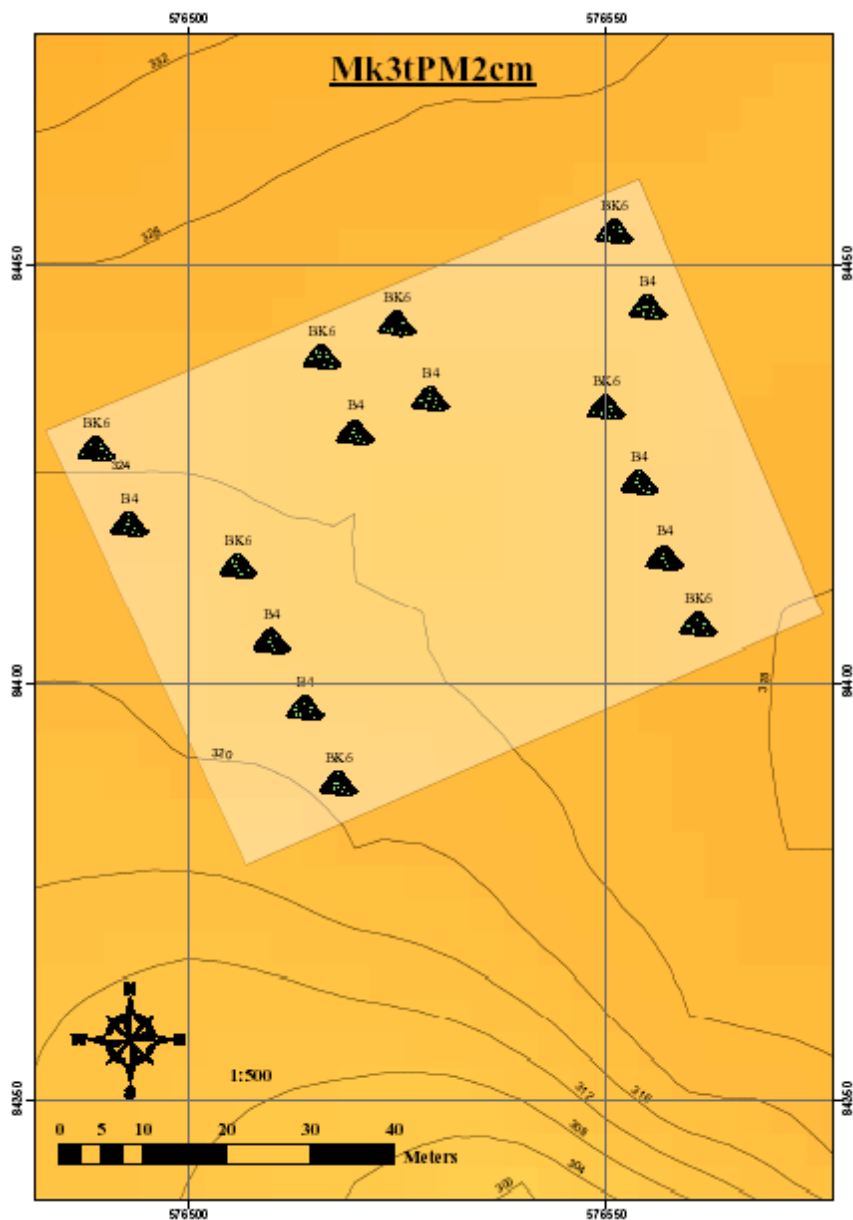


Figure 3: Overlay of the tentative composts on the test area PM2 of the > MECSEKÉRC Rt. corporation (Spring, 2003)

4. ábra

**MECEKÉRC Rt. PM2 kísérleti parcelláján kísérleti komposzt bevitel
(2003 tavasz), a komposztokat színek jelzik, rajtuk szerepelnek a facsemeték
magyar nevükkel (Mk3tPM2cK.pdf)**

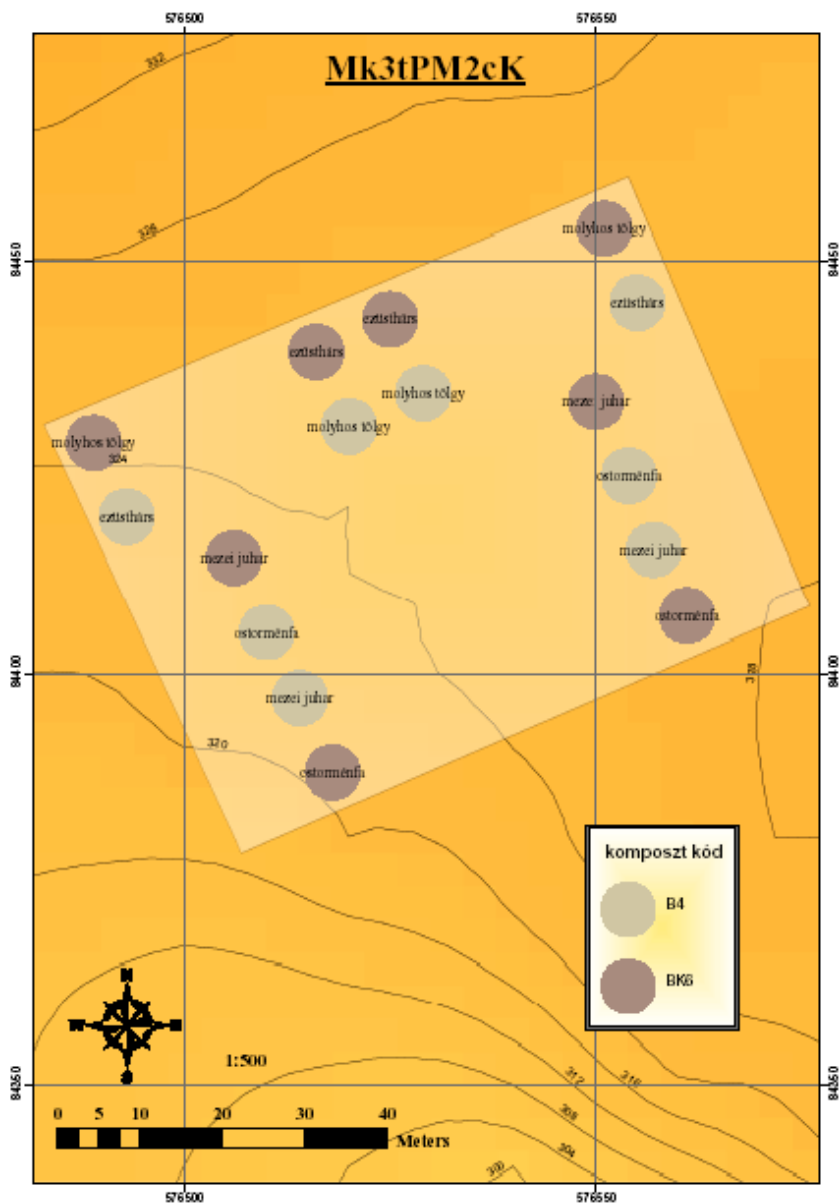


Figure 4: Overlay of the tentative composts on the test area PM2 of the MECSEKÉRC Rt. corporation (Spring, 2003), the composts are > indicated by colours with the Hungarian names of the trees

KÖVETKEZTETÉSEK

A rekultiválandó területek sokfélesége és összetétele biztosítja azt, hogy az új eljárás különböző helyeken és feltételekkel történő kipróbálása során, az adott terület jellemzőinek figyelembevételével, más területeken is adaptálható, a kialakított térinformatikai alapú monitoring rendszer a kitűzött céloknak megfelelően felhasználható legyen.

A kialakított rendszer folyamatosan fejlődik jelenleg is. Maga a tervezés és a kialakított architektúra erre jó lehetőségeket nyújt. Új eljárásokat, szoftverkomponenseket illesztünk hozzá, pl. neurális hálókval való modellezést (*Gimesi et al.*, 2004) vagy radonexhaláció meteorológiai összefüggéseit vizsgáló adatbányászati lehetőségeket.

Az objektum-relációs adatbázis modell és az SQL 92 szabványok alkalmazásával lehetőség nyílik más adatbázis-motorral való együttműködésre, a rendszer adatbázis oldali komponenseinek hordozására, mivel a rendszer nem használja ki a jelenlegi implementáció specifikus lehetőségeit. Így viszonylag kevés munkával, a megfelelő szakértelem birtokában, megoldhatók a migrációs feladatok egy esetleges Oracle, DB2 RDBMS rendszerre való áttérés esetén is.

A rendszer egyelőre csak intranetes alkalmazásként üzemel a konzorcium speciális lehetőségeiből és igényeiből fakadóan, de cél ennek kiterjesztése, az ellenőrzött internetes elérés megvalósítása, valamint a háromrétegű ultravékony kliens-szerver architektúrára való áttérés. Különösen fontos szerepet kapnak ebben az esetben a biztonsági kérdések, a résztvevő konzorciumi tagok és a nyilvános adatelérés biztonsági szintjeinek elválasztása (*Béres és Harka*, 2003, 2004).

Nagyobb rendszerek tervezésénél manapság előtérbe kerültek az általános megoldások, mivel nem gazdaságos és erőforrásigényes is minden speciális feladatra külön-külön rendszert fejleszteni, azokat üzemeltetni, továbbá a szükséges szakterületi ismeretrendszert újra és újra fel- illetve beépíteni. Ezek indokolják, hogy a manapság kialakított nagy rendszerek valójában keretrendszerek, amelyekbe később modulszerűen illeszthetők be az új funkcionálisok. Nincs ez másképp a térinformatikai rendszerek esetében sem.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikkben szereplő térinformatikai alapú monitoring rendszer kialakítása sok kutató, szakember együttes munkájaként valósulhatott csak meg. Ezért köszönettel tartozom a konzorcium minden szereplőjének, azoknak is, akikkel esetlegesen személyesen nem is találkoztam, ellenben munkájuk és szakértelmük nélkülözhetetlen volt a cél elérésében.

A projektben a következő intézmények, szervezetek vettek részt:

Pécsi Vízmű Rt., Biokom Környezetgazdálkodási Kft., Környezetvédelem a Bőrgyártásért Kht., ENVIROTECH Kft., Pécsi Erőmű Részvénytársaság, PANONPOWER Rt., MECSEKÉRC Környezetvédelmi Rt., Környezetvédelem Technológiai Központ Közhasznú Társaság (KÖRTECH), PTE TTK Biológiai Intézet Általános és Környezeti Mikrobiológiai Tanszék, PTE TTK Biológiai Intézet Növénytan Tanszéke, PTE TTK Biológiai Intézet Zootaxonómiai és Szünzoológiai Tanszék, PTE TTK Biológiai Intézet Általános Állattani és Neurobiológiai Tanszék, PTE TTK Kémiai Intézet, PTE TTK Földrajzi Intézet, PTE TTK Fizikai Intézet, PTE TTK Matematikai és Informatikai Intézet.

IRODALOM

- Bánik J., Berta Zs., Csicsák J., Lendvainé Koleszár Zs., Szűcs I. (2001). Az uránipari rekultiváció szabályozási és ellenőrzési rendszere BKL, Bányászat. 4.
- Benkovics I., Berta J., Berta Zs., Csicsák J., Csővári M., Földing G., Kulcsár L., Németh G., Turi Gy., Varga M. (2003). Kármentesítési füzetek 9. Szilárd ásványbányászati alprogram. Uránbányászat. (Szerk.: Lendvainé Koleszár Zs., Hideg J., Csáki F.) Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, Budapest.
- Béres Cs.Z., Harka Gy. (2004). Számítógépes biztonság, hálózati biztonság I. (kézirat, megjelenés alatt)
- Béres Cs.Z., Harka Gy. (2003). Számítógépes biztonság, hálózati biztonság I., PTE IÁTT, (PHARE elektronikus jegyzet), Pécs.
- Béres Cs.Z. (2003). Tematikus logikai nézetek létrehozása a PANNONPOWER Rt. kísérleti területeiről származó adatok megjelenítése céljából. Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
- Béres Cs.Z. (2002). Térinformatika a rekultivációban, In: Informatika a felsőoktatásban 2002. / szerk. Arató Péter, Herdon Miklós. Debreceni Egyetem, Debrecen.
- Béres Cs.Z., Bornemisza I., Csapó L., Gimesi L., Markó T. (2002). Összefoglaló az NKFP-3/050/2001 számú, „A dél-dunántúli régió környezetterhelésének csökkentésére irányuló komplex hulladékkezelési és rekultivációs technológia, valamint monitoring rendszer kifejlesztése és alkalmazása” című projekt 2.8 alprojekt informatikai rendszeréről. Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
- Berta Zs., Csicsák J., Kovács A., Varga M. (2001). Zagyarázók szennyező hatásának feltárása a Mecsekérc Rt. területén. BKL Bányászat, 4.
- Bornemisza I. (2003). Az NKFP-3-050/2001-es pályázat tevékenységeit, adatait, szakági kapcsolatait tükröző, tematikus logikai nézeteinek grafikus megjelenítése, Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
- Csapó L. (2003). Az NKFP-3-050/2001-es pályázat során a MECSEKÉRC Rt. kísérleti parcelláin végzett telepítési munkálatoknak és a méréseknek a térinformatikai feldolgozásban rögzített adatainak grafikus megjelenítése. Pécsi Tudományegyetem, Pécs.
- Detrekői Á., Szabó Gy. (1998). Bevezetés a térinformatikába, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Gimesi L. Béres Cs.Z., Bérczi Sz., Hegyi S., Cech V. (2004). Teaching planetary GIS by constructing its model for the test terrain of the Hunveyor and Hussar: 35th Lunar and Planetary Science Conference, 1140, Houston.
- Goodchild, M.F. (1997). What is Geographic Information Science? NCGIA Core Curriculum in GIScience, <http://www.ncgia.ucsb.edu/giscc/units/u002/u002.html>, posted October 7.
- Healey, R. (1991). Database Management Systems in: Geographic Information Systems, Longman, London.
- Horváth F., Dobolyi K., Karas L., Lőkös L., Morschauser T., Szerdahelyi T. (1995). Hungarian Flora Database 1.2, FLÓRA MTA ÖBKI – MTTM Növénytára.
- Kertész Á. (1997). A térinformatika és alkalmazásai, Holnap Kiadó, Budapest.
- Kollányi L., Prajczér, T. (1995). Térinformatika a gyakorlatban, GeoGroup, Budapest.
- Longley, P., Goodchild, M., Maguire, M., Rhind, D. (1999). Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications, Wiley, New York.
- Márkus, B. (1994a). Térinformatika, jegyzet, Székesfehérvár.

- Márkus, B. (1994b). (szerk.): NCGIA Core Curriculum, magyar fordítás (az eredeti kiadás szerkesztői Goodchild, M.F. és Kemp, K.K.). EFE FFFK, Székesfehérvár.
- NKFP-3/050/2001 (2001). A dél-dunántúli régió környezetterhelésének csökkentésére irányuló komplex hulladékkezelési és rekultivációs technológia, valamint monitoring rendszer kifejlesztése és alkalmazása. Pályázati dokumentáció, Pécs.
- Rockwell, E. (ed) (1998). Annual Report of the Inventory and Monitoring Program NPS US Department of the Interior.
- Rybachzuck, K. (1995). Quality in Geographic Information: a Multi-Disciplinary Viewpoint DATA QUALITY Lisbon, Portugal, 5-9 July.
- Schild, K., Würtz, J. (1998). Off-line scheduling of a real-time system. In K.M. George (ed), 1998 ACM Symposium on Applied Computing (SAC '98), February 27 - March 1, pages 29-38, Marriott Marquis, ACM Press., Atlanta, Georgia, USA.
- Schwartz, S., Tochtermann, K., Riekert, W.F., Herms-Dörfer, D., Hansen, J. (1999). Open Spatial Warehouse - Raumbezogene Dienstleistungen im Intra - / Internet der Stadt Köln, Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XI., Herbert Wichmann Verlag, Heidelberg.
- Tamás J. (2000). Térinformatika, DE ATC, Debrecen.
- Williams, G. (ed) (2000). Inventory and Prototype Monitoring of Natural Resources in Selected National Park System Units 1999-2000 NPS US Department of the Interior.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Béres Csaba Zoltán

PTE TTK Informatika és Általános Technika Tanszék
7624 Pécs, Ifjúság útja 6.

University of Pécs, Faculty of Natural Sciences

Department of Informatics and Technology

H-7624 Pécs, Ifjúság útja 6.

Tel.: +36-72-503 600/4197, fax: +36-72-503 697

E-mail: beres@ttk.pte.hu



Az aszályérzékenység meghatározása térinformatika alkalmazásával

Németh Á.

Országos Meteorológiai Szolgálat, Budapest, 1024 Kitaibel Pál u. 1.
Miskolci Egyetem, Természetföldrajz-Környezettani Tanszék, Miskolc-Egyetemváros 3515

ÖSSZEFOGLALÁS

A természeti veszélyek közül hazánkban – a Kárpát-medence természetföldrajzi sajátosságai miatt – az árvíz és a belvíz mellett leginkább az aszályal kell fokozottan számolni. Az utóbbi évek száraz időjárása ismét a figyelem középpontjába állította az aszályal kapcsolatos kutatásokat. Az aszályos időszakra való felkészülés és az aszály elleni hatékony védekezés – a milliárdos kártételek miatt – kiemelt gazdasági jelentőségű, erre példaként szolgálhat a 2003-as esztendő. A jövőben, a klímaváltozás lehetséges következményei közül az aszály kialakulásának gyakoribbá válása, illetve az aszályos időszakok tartósságának változása további kockázatot jelenthet. Ezért a kutatásaink végső célja a mezőgazdasági művelésbe vont, illetve a művelésre alkalmas területek aszályérzékenységének meghatározása. Munkánk során a különböző talajtani, földhasználati, domborzati, éghajlati, valamint talajvíz adatok felhasználásával elsőként Somogy megye (mint mintaterület) aszályérzékenységét határoztuk meg. Jelenlegi kutatásunk legfontosabb feladata a kulcstényezők kiválasztása és az aszályérzékenység meghatározására vonatkozó módszer kidolgozása volt. Mindehhez kézenfekvő a térinformatikában rejlő lehetőségek kihasználása. Az különböző típusú adatokat ArcView 3.2 és Surfer 8 térinformatikai programmal elemeztük, majd elkészítettük a mintaterület aszályérzékenység-térképét. A térképi ábrázolás a döntéshozók számára is előnyös (akik gyakran nem szakemberek), a kockázat vizuális megjelenése miatt. Az aszály elleni védekezés (az aszályos helyzetek kezelése) regionális szinten így hatékonyabbá és gazdaságosabbá tehető.

(Kulcsszavak: aszályérzékenység, térinformatika, Somogy megye)

ABSTRACT

Examination of drought-vulnerability with GIS tools

Á. Németh

Hungarian Meteorological Service, Budapest, H-1024 Kitaibel Pál u. 1.
University of Miskolc, Department of Physical Geography and Environmental Sciences, Miskolc-Egyetemváros, H-3515

Beside floods and inland waters, drought was among the natural hazards that caused important problems in the past few years in Hungary. It affected different fields of economy, agriculture, society etc. Dry climatic periods in the past decades have drawn the attention researchers trying to understand the development of droughts. Preparation for drought periods as well as effective mitigation strategies have important economic values due to the multimillion dollars worth of damage that a drought may cause. It is important to study the drought vulnerability of a certain area to be able to develop

useful drought vulnerability mitigation strategies. In this work the drought vulnerability of Somogy county in Southwest Hungary (as the study area) has been determined using data sets characterizing soils, land-use, height of groundwater level, geomorphology of the area, and by studying recent (the past few decades) climatic conditions. The primary aim of the study was to determine the key factors that may influence the development of drought conditions. In addition, evaluation of the weight of certain factors that may contribute to drought vulnerability has been carried out. The final outcome of the study was the classification of certain factors and their representation on various thematic maps. These thematic maps were developed using GIS software such as Surfer (by Golden Software Inc.) and ArcView (by ESRI Inc.). Following the presented drought-vulnerability map, a mitigation plan could be prepared for any areas. The map format of drought vulnerability is a powerful and easy-to-understand tool for non-specialist decision-makers (e.g. members of city councils) working in local communities. Using these maps, drought mitigation could be more effective and therefore more economic.
(Keywords: drought-vulnerability, GIS, Somogy county)

BEVEZETÉS

A mezőgazdasági termelés természeténél fogva jelentősen függ az időjárástól, illetve hosszútávon az éghajlattól. Az időjárás (éghajlat) szélsőségeit elkerülni, megakadályozni nem tudjuk, de ezekre a kedvezőtlen hatásokra fel lehet készülni. Ez a megállapítás sok más jelenség mellett érvényes az aszályos helyzetekre is.

Az aszályhajlam hazánk egyik éghajlati sajátossága. Az aszály kialakulásában legfontosabb szerepe a csapadéknak van. A csapadék pedig hazánkban az egyik legszélsőségebb, legnagyobb változékonyságot mutató éghajlati elem. Mindezek ellenére megállapítható, hogy aszály kialakulására az ország egész területén számíthatunk (Pálfai *et. al.*, 1999). A legveszélyeztetettebb területek azonban az Alföld (Tiszamente), a Mezőség és a Kisalföld (Csallóköz).

Az esetleges éghajlatváltozás mértéke és iránya ma még meglehetősen vitatott kérdés. A jelenlegi kutatások szerint a Kárpát-medencében az átlaghőmérséklet kis mértékű emelkedésére lehet számítani. A csapadék mennyiségében bekövetkező változásokat azonban nem lehet egyértelműen megjósolni. Az azonban valószínűsíthető, hogy az extrém időjárási helyzetek (mint amilyen pl. az aszály) gyakorisága és fennállásának tartóssága növekedni fog.

Az éghajlatváltozással, illetve az aszályal kapcsolatos kutatások ma jórészt az aszály kialakulásával és az általa okozott károk mérséklésével foglalkoznak. Nem esik szó ugyanakkor a mezőgazdasági művelésre alkalmas területek aszályos helyzetekkel szembeni érzékenységéről. Az aszályérzékenység ismerete pedig rendkívül fontos kérdés mind a megelőzésben, mind a tervezésben. Ezért kutatásaink úttörő munkának tekinthetők és mindenképpen a döntéshozók figyelmébe ajánljuk.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az aszályérzékenység meghatározásának módszerét Somogy megye, mint mintaterület példáján dolgoztuk ki, mely hazánk egyik jelentős mezőgazdasági termőterülete. Domborzata változatos, éghajlata átlagos, kutatásaink céljára tehát minden szempontból megfelelő.

A módszer kidolgozásánál legfontosabb szempont az volt, hogy a szükséges számításokat gyorsan és egyszerűen lehessen elvégezni, ezért kézenfekvő megoldásnak

tűnt a térinformatika adta lehetőségek kiaknázása. Segítségével sikerült egy olyan módszert kidolgozni, amelyben a bemenő paraméterek szükség szerint változtathatók, így a módszer továbbfejlesztésének lehetősége biztosított. Az aszályérzékenység meghatározásához a legfontosabb – és egyben legnehezebb – feladat a súlytényezők meghatározása. Ez szubjektív módon történt, az aszályt elősegítő, illetve az aszályt csökkentő voltak szerint. A súlytényezőket ötfokozatú skála szerint osztályoztuk. A legkevésbé fontos paraméterek 1-es, az aszályérzékenység szempontjából kiemelt jelentőséggel bírók 5-ös súlytényezőt kaptak. Az aszályérzékenység szempontjából lényegtelen területeket (beépített területek, vízfelületek stb.) kiiktattuk, úgy, hogy ezekhez a területekhez nagy (50-es) súlytényezőt rendeltünk.

Az aszályérzékenység alapvetően két tényező-csoporttól függ, egyik a természeti, másik a társadalmi-gazdasági paramétereket tartalmazza. Eddigi vizsgálatainkban csupán a természeti paramétereket vettük számba, a társadalmi-gazdasági tényezők felkutatása jelenleg is folyik. A következőkben lássuk, mely természeti tényezők befolyásolhatják egy terület aszályérzékenységét.

Csapadék adatok

Az aszály kialakulásában éghajlati szempontból a csapadéknak van kiemelt szerepe. A vizsgálatokhoz az Országos Meteorológiai Szolgálat Somogy megyében található 30 csapadékmérő állomásának, két automata klímaállomásának, valamint a siófoki viharjelző obszervatórium sokévi adatsorát dolgoztuk fel.

Az aszályérzékenység meghatározásához egy terület hosszú időre vonatkozó csapadék átlagát kell vizsgálni. Ezért a rendelkezésre álló adatokból kiválasztottunk egy olyan – klimatológiai szempontból még elfogadható hosszúságú – periódust, amikor az észlelőhálózat elemei folyamatosan működtek. Az adatok az adatellenőrzésen már átestek, az esetleges adathiányokat pedig az OMSZ-nél szokásos módon (*EMFO 0192 ISO-munkautasítás*) pótoltuk. Így elértük azt, hogy az 1976. és 2000. közötti 25 éves időszakra meghatároztuk az egyes állomások sokévi átlagát.

A pontoszerű csapadékadatok ábrázolási módszerének kiválasztásához megvizsgáltuk a csapadék és a földrajzi hely közötti összefüggéseket. Megállapítottuk, hogy a csapadékösszegek sokévi átlaga délnyugatról északkelet felé haladva fokozatosan csökken. A tengerszint feletti magassággal ilyen összefüggést nem találtunk.

A csapadék átlagok megjelenítésére a domborzattal mutatott alacsony korreláció, illetve mivel a csapadékadatok térbeli interpolációjára alkalmazható módszerek egyelőre csak korlátozottan megbízhatók (*Dyras et al., 2002*), inkább a hidrológiában elterjedt Thiessen-poligon módszert (*Thiessen, 1911*) alkalmaztuk (*I. ábra*). Ennek az eljárásnak legnagyobb előnye az egyszerűség. Ezen kívül az izovonalas-, a sokszög- és a háromszög-módszer eredményei bizonyos esetekben alig térnek el egymástól (*Stelczer, 2000*).

Talajvíz-mélység

A mintaterületen lévő 26 – a VITUKI Rt., valamint a különböző vízügyi igazgatóságok kezelésében – talajvíz kút hosszúidejű adatsorából a csapadék adatoknál már említett időszakra (1976-2000) meghatároztuk a relatív vízszint sokévi átlagát. A vizsgálatok során a 200 m-nél magasabb tengerszint feletti magassággal rendelkező területeket elkülönítettük és egységesen a 4-es súlykategóriába soroltuk. Ennek magyarázata az, hogy ezeken a területeken a növények egy esetleges aszály bekövetkeztekor a talajvízből nem tudnak utánpótláshoz jutni, mivel a talajvízszint a felszín alatt nagy mélységben található. A többi területen a meglévő adatok alapján – egyszerű interpolálási módszer

(spline) alkalmazásával – elkészítettük a talajvízszint relatív magasságának térképét, majd ezt osztályoztuk az aszályérzékenység szerint. Ennek során azok a területek, ahol a talajvíz szintje a felszín közelében van, kisebb értéket kaptak. Ezzel szemben azok a területek, ahol a talajvíz szintje mélyebben van, magasabb aszályérzékenységi kategóriába kerültek.

1. ábra

Az évi csapadékösszeg sokévi átlaga [mm] (forrás: OMSZ)

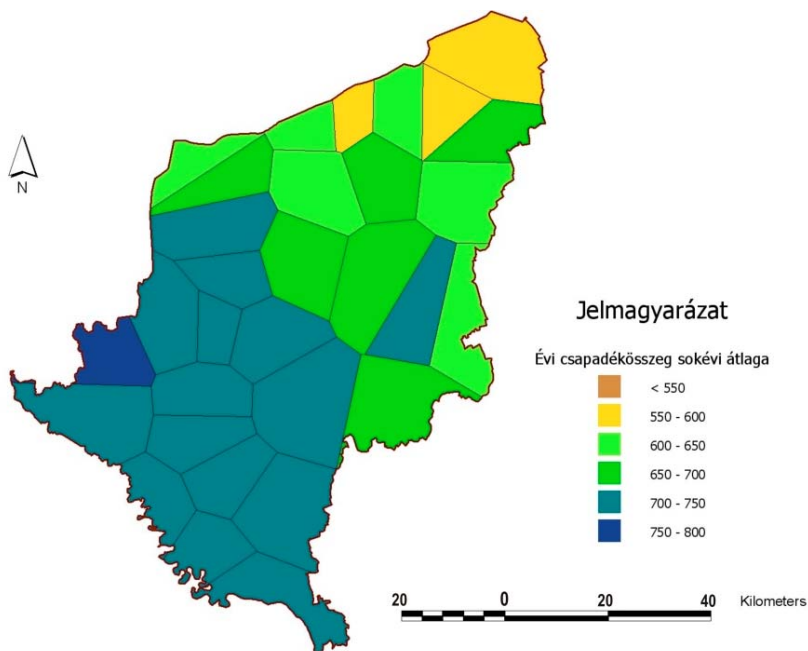


Figure 1: Mean yearly precipitation [mm] (source: Hungarian Meteorological Service)

Domborzatból származtatott jellemzők

A domborzat által meghatározott jellemzők közül alapvetően két tényezőt kell kiemelnünk.

A *kitettség* szerepe az aszályérzékenység meghatározásában talán nem szorul különösebb magyarázatra. A délies lejtőket a napsugarak nagyobb szögben érik, emiatt ezek a területek relatíve melegebbek és szárazabbak. Ezeken az aszály fokozottabban fejti ki kedvezőtlen hatását. A kialakult aszály a délies kitettségű területeket érzékenyebben érinti. Az északias lejtők ezzel szemben viszonylag hűvösebbek, nyirkosabbak, aszályos időszakban ezek a területek kevésbé érzékenyek.

A *lejtőszög* esetén egyrészt azt vettük figyelembe, hogy növekedésével párhuzamosan a felszínre jutó csapadék egyre nagyobb hányada folyik le a felszínen. Másrészt, a fajlagos felszín növekedésével egyre kevesebb az egységnyi területre jutó csapadékvíz mennyisége. Mindezek alapján a meredekebb lejtők érzékenyebbek az aszályra.

1. táblázat

A kitettség, illetve a lejtőkategória osztályozása az aszályérzékenység szerint

Főirányok (1)	A kitettség iránya fokokban(2)	Súlytényező (3)
Északi (4)	316–45°	1
Keleti (5)	46–135°	2
Déli (6)	136–225°	4
Nyugati (7)	226–315°	2
Sík területek (8)	--	3

Lejtőkategória (9)	Súlytényező (3)
0–10°	1
10–30°	2
30–40°	3
40–50°	4
50–60°	5

Table 1: Aspect and slope classes according to drought-vulnerability

Aspect(1), Direction of the aspect (in degrees)(2), Weight factor (3), North(4), East(5), South(6), West(7), Flat(8), Slope(9)

Talajtani jellemzők

A talajtani jellemzők meghatározása volt a kutatás legnehezebb részfeladata. Az adatokat az MTA Talajtani Kutatóintézete által készített AGROTOPO adatbázisból nyertük. Az aszályérzékenység meghatározásához öt paramétert dolgoztunk fel. A talajok vízgazdálkodásában külön értékeltük a víznyelő és vízvezető, illetve a vízraktározó képességet, majd a két tényezőt összeadtuk és újraosztályoztuk a tulajdonságokat (Németh *et al.*, 2003). A vízgazdálkodáson kívül a genetikai talajtípust, a fizikai talajfőleséget, a szervesanyag-tartalmat, valamint a termőréteg vastagságát vizsgáltuk.

Földhasználat

A földhasználati adatokat a CORINE Land Cover (CLC-100) adatbázisból nyertük. Az eredeti CORINE nomenklátúra a vizsgálataink céljára túlzottan részletes volt, ezért jelentős egyszerűsítést hajtottunk végre. Ennek során mindössze három kategóriát vettünk figyelembe: „füves terület”, „termőföld”, illetve „egyéb terület”.

Az erdővel borított területeket a mostani vizsgálatok során az egyéb területek közé soroltuk, tehát gyakorlatilag kihagytuk a vizsgálatokból. Ennek legfőbb oka, hogy az erdőtársulások az egyéb mezőgazdasági területektől jelentősen eltérő mikroklímával rendelkeznek. A lehullott csapadék (az erdőtársulás zártságának függvényében) gyakran el sem éri a talajt. Így az aszályérzékenység meghatározását nem lehet a szántóföldekre kidolgozott módszer szerint elvégezni. Az utóbbi évek rendkívül száraznak bizonyultak és ez már az erdőkben is károkat okozott. Ezért fontosnak tartjuk, hogy a közeljövőben az erdővel borított területeket is bevonjuk az aszályérzékenység-vizsgálatokba.

2. ábra

A talajadatok osztályozása az aszályérzékenység szerint
(A – fizikai talajféleség; B – genetikai talajtípus; C – szervesanyag-tartalom;
D – termőrég vastagság; E – a talaj vízgazdálkodása)

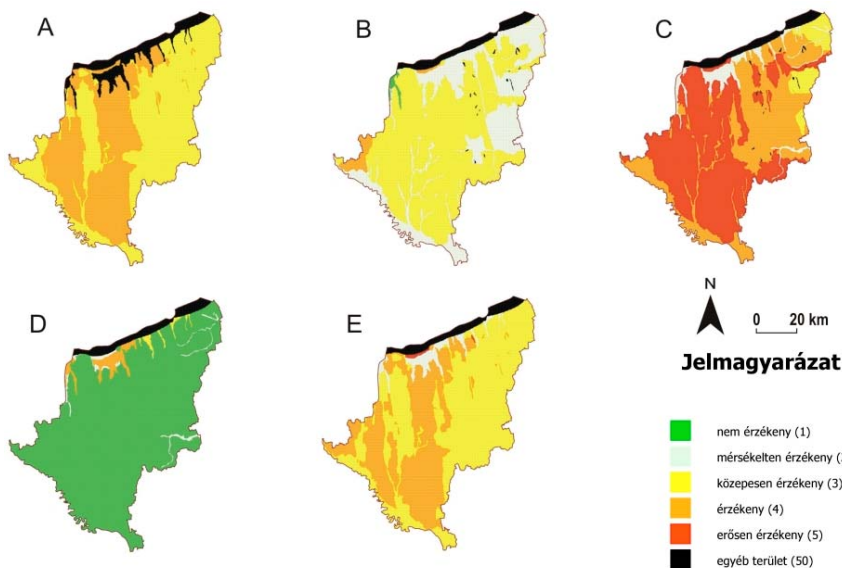


Figure 2: Soil parameters of the study area (A – soil texture; B – soil types; C – organic matters; D – topsoil depth; E – hydrophysical properties of soils)

Vulnerability categories: Not vulnerable(1), Slightly(2), Moderate(3), Vulnerable(4), Highly(5), Other(50)

Az aszályérzékenység térkép

Az aszályérzékenység térkép elkészítéséhez a fent említett tényezők raszteres kategóriatérképét használtuk. A térbeli műveletet több lépcsőben végeztük. Elsőként a talajadatokat dolgoztuk fel. Az öt talajparamétert összegeztük, majd újraosztályoztuk. Az így elkészült ún. összetett talajinformációkhoz adtuk hozzá a csapadékat adatokat, valamint a relatív talajvízszint kategóriatérképét. Ezzel a lépéssel meghatároztuk az általunk „természeti változók”-nak nevezett paramétert. Ez olyan alapadatokból építkezik, amiket – bár a vizsgálat során az átlagolás miatt állandó értéként vettünk figyelembe – természetüknél fogva változónak kell tekintenünk. Végso lépésként ehhez a paraméterhez adtuk hozzá a digitális domborzatmodellből származtatott lejtőkategória és kitértség-térképet, illetve a földhasználati információkat. Így kaptuk a 4. ábrán látható aszályérzékenység-térképet.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Somogy megye területét az aszályérzékenység szempontjából alapvetően három csoportba sorolhatjuk: mérsékelten-, közepesen érzékeny; valamint érzékeny területekre.

3. ábra

A földhasználat osztályozása az aszályérzékenység szerint

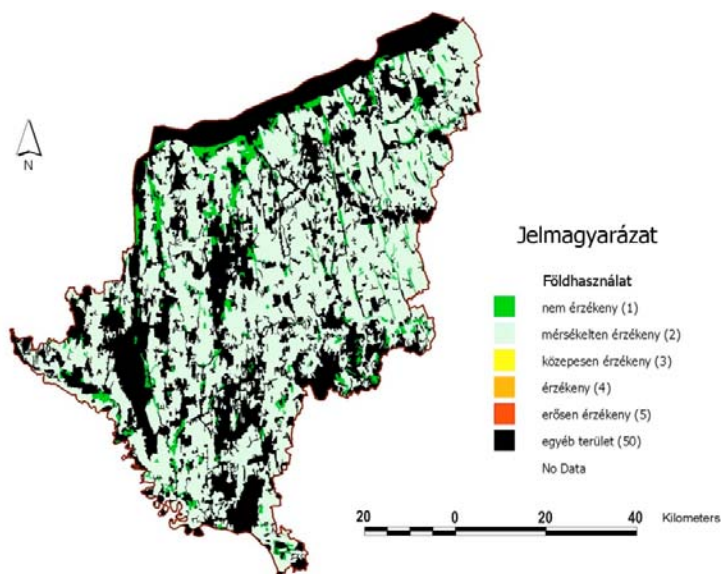


Figure 3: Land cover classes according to drought-vulnerability

See Figure 2 (1-5, 50)

4. ábra

Somogy megye aszályérzékenység-térképe

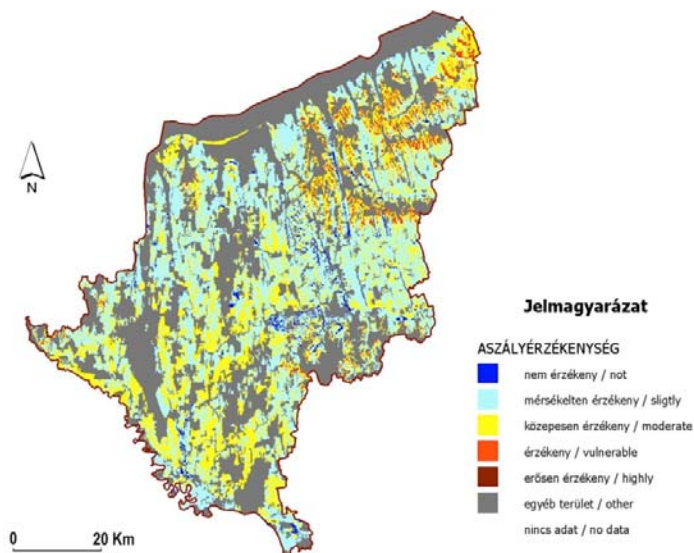


Figure 4: Drought-vulnerability map of Somogy county

Ha megvizsgáljuk az 5. ábrán bemutatott kördiagramot, jól látszik, hogy Somogy megye területét döntően a mérsékeltén érzékeny (34,6%), illetve a közepesen érzékeny (22,0%) kategóriába sorolhatjuk. A nem érzékeny területek (1,3%) leginkább a folyóvölgyekben találhatók. Az érzékeny területek (1,6%) döntően a megye északkeleti részén fordulnak elő.

Bár láthatóan különbözik Külső-Somogy és Belső-Somogy aszályérzékenysége, megfigyelhető, hogy nincs e két terület között olyan éles kontraszt, mint Bella (2003) munkájában. Ennek magyarázata, hogy a korábbiakkal szemben most már az ún. természeti változókat is beépítettük a modellbe. Továbbra is igaz azonban az a megállapítás, hogy összességében a külső-somogyi területek érzékenyebbek az aszályra, mint a megye más tájai.

Az 5. ábrán látható, hogy igen nagy a vizsgálatokból szándékosan kihagyott területek aránya („egyéb területek”, 40,5%), melyben az erdők is jelentős részt foglalnak el. A közeljövőben az erdővel borított területeket is be kívánjuk vonni a vizsgáladási körbe.

5. ábra

Az aszályérzékenységi kategóriák megoszlása Somogy megyében

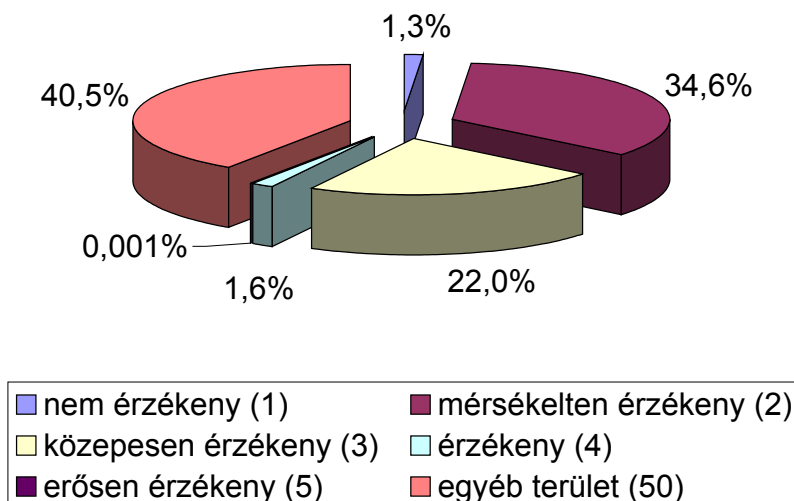


Figure 5: Drought-vulnerability values in the whole territory of Somogy county

See Figure 2 (1-5, 50)

Ha csak a vizsgált területeket tekintjük (ez a mezőgazdasági művelésre alkalmas területeket jelenti), akkor elmondhatjuk, hogy ezek jelentős része (58,1%) mérsékeltén érzékeny az aszályra. Ez azonnali beavatkozást nem igényel, de az utóbbi néhány év csapadékhiánya ezeken a területeken is óvatosságra int. Jelentős még a közepesen érzékeny területek nagysága (37%). Itt a tartós aszályos időszak már érezhető károkat tud okozni. Az érzékeny területeken (2,7%) már ma is olyan technológiát kellene alkalmazni, ami a bármikor bekövetkező aszályos időszakban a károkat csökkentheti.

Ezek a területeken javasolt például az aszálytűrő fajok termesztése, a nedvesség megőrző talajművelés elterjesztése, öntözési lehetőség biztosítása.

KÖVETKEZTETÉSEK

Munkánk során kidolgoztuk az aszályérzékenység meghatározásának egyik lehetséges módszerét. Alkalmazása során egyelőre csak a természeti tényezőket vettük figyelembe. Nem lehet ugyanakkor figyelmen kívül hagyni az aszályérzékenység társadalmi-gazdasági tényezőit, ez a további kutatások fő iránya.

Megoldandó feladat a módszer által kapott eredmények ellenőrzése. Ehhez az aszály jellemzésére alkalmazható meteorológiai paramétereket (hőmérséklet, csapadékösszeg, SPI stb.), valamint a terméseredményeket együttesen fogjuk felhasználni. Meggondolandó a távérzékeléssel gyűjtött adatok (pl. VI, NDVI) bevonása az ellenőrzésbe.

Magyarország aszályérzékenység-térképének elkészítése a jelenlegi módszerrel folyamatban van. Elkészülte megkönnyíti és új alapokra helyezi majd a döntéshozók munkáját. Az aszályérzékenység ismerete segít a helyes agrotechnika és a megfelelő vetőmagok kiválasztásában, támpontot ad öntözőrendszerek tervezéséhez. Ugyanakkor az agrártámogatások elosztását, vagy akár a termőföldek értékét is befolyásolhatja. Ebből is látszik, hogy hazánk aszályérzékenység-térképe minden bizonnyal nagy hatással lesz az ország mezőgazdaságára.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A vizsgálatokban való részvételért köszönet illeti Bella Szabolcsot és Dr. Szalai Sándort, az OMSZ Éghajlati Osztályának munkatársait.

IRODALOM

- Bella Sz. (2003). Magyarország egyes tájainak aszályérzékenysége. Szakdolgozat, ELTE, Budapest.
- Dyras, I., Bottai, L., Dobesch, H., Grueter, E., Tveito, O.E., Thornes, J.E., van der Wei, F. (2002). The use of geographic information systems in Climatology and Meteorology, COST 719 (<http://www.knmi.nl/samenw/cost719/>).
- EMFO 0192 ISO-munkautasítás: Az éghajlati adatellenőrzés és adatbevitel technológiai leírása.
- Németh Á., Bella Sz., Szalai S. (2003). Aszályérzékenység vizsgálata térinformatikai eszközökkel. XIII. Országos Térinformatikai Konferencia, Szolnok, szeptember 25-26. CD-kiadvány.
- Pálfai I., Boga T.L., Sebesvári J. (1999). Adatok a magyarországi aszályokról 1931-1998. Éghajlati és Agrometeorológiai Tanulmányok 7. Orsz. Met. Szolg., Budapest, 67-76.
- Stelczer K. (2000). A vízkészlet-gazdálkodás hidrológiai alapjai. ELTE Eötvös Kiadó, Budapest, 42-44.
- Thiessen, A.H. (1911). Precipitation averages for large areas. Monthly Weather Rev. 7. 1082-1084.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Németh Ákos

Országos Meteorológiai Szolgálat
Kereskedelmi Szolgáltató Osztály
1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1.
Hungarian Meteorological Service
H-1024 Budapest, Kitaibel Pál u. 1.
Tel.: +36-1-346 4780, fax.: +36-1-346 4687
E-mail: nemeth.a@met.hu

Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar
Természetföldrajz-Környezettani Tanszék
3515 Miskolc-Egyetemváros
University of Miskolc, Faculty of Earth Science and Engineering
Department of Physical Geography and Environmental Sciences
H-3515 Miskolc-Egyetemváros
Tel.: +36-46-565 111/2314, +36-46-565 072
E-mail: qbaraki@freemail.hu



Második világháborús objektum és esemény-rekonstrukció

Juhász A., ¹Mihályi B.

MTA-BME, Geoinformatikai Kutató Csoport, Budapest, 1111 Műgyetem rpt. 3.K. I. 19.

¹MTA SZTAKI, Operáció kutatás és Döntési Rendszerek Labor, Budapest, 1111 Lágymányosi u. 11.

ÖSSZEFOGLALÁS

A térinformatika alkalmazása a human területeken is mind szélesebb körben figyelhető meg. Erre mutatunk be példát, amikor is hadtörténeti rekonstrukció során használtuk ki a térinformatikai rendszerek nyújtotta lehetőségeket. Az objektum és esemény-rekonstrukció tárgyát, a fővárost a II. világháborúban védő Attila-vonal jelentette. A védelmi vonal ezidáig csak igen felületesen került feldolgozásra. Csupán rövid leírásokkal és vázlatokkal találkozhat a kutató. Célunk részletes és megbízható hadtörténeti rekonstrukció létrehozása volt, melyhez tökéletesen fel tudtuk használni a térinformatikát. A rekonstrukció széleskörű kutatómunkát igényelt, különös tekintettel az archív adatforrások vizsgálatára. A munkafolyamat három jól elkülöníthető lépésre bontható: a korabeli környezet, az erődítési objektumok és az események rekonstruálása. A felhasznált adatforrások tárháza igen széles. Levéltári, könyvtári dokumentumok, térképek, légi fényképek, terepi mérések és szemtanúk visszaemlékezései alapján készült el a térinformációs adatrendszer. A térinformatika használatának számtalan előnye volt. A legfontosabb a különböző minőségű és nagy számú információk egységes rendszerben való kezelése. A létrehozott adatbázis egyfajta referencia-rendszerként használható a későbbi kutatásokhoz, illetve a további erődítés elemek azonosításához. Különböző vizsgálatok, elemzések hajthatók végre térinformatika segítségével, valamint lehetőséget nyújt az összegyűjtött információk digitális archiválására is. Végül szélesebb körű publikációt tesz lehetővé. Jövőbeli céljaink között szerepel az ország korabeli védelmi rendszerének további feldolgozása és az Attila-vonal újabb kutatása is.

(Kulcsszavak: térinformatika, hadtörténelem, objektumrekonstrukció, Attila-vonal, archív adatforrás)

ABSTRACT

Object and event reconstruction (WW. II.) with GIS

A. Juhász B. ¹Mihályi

HAS-TUB, Geoinformation Research Group, Budapest, 1111 Műgyetem rpt. 3.K. I. 19.

¹MTA SZTAKI, Laboratory of Operation Research and Decision Systems, Budapest, H-1111 Lágymányosi u. 11.

In our days GIS increasingly becomes popular in humane disciplines. In our research we use it to support military historical reconstruction. We deal with the Attila-line, which was a defence line around Budapest in the World War II. Our goal was a particular and dependable reconstruction, which contains environmental, object and, event parts. To get through with this task we had to collect and manage a lot of variable-quality archive data. This information comes from different sources: libraries, archives, archive maps and arial photos, field measurements, and personal reminiscences. We can manage this information in a standard system with GIS. This database can be used as a reference

system to support further research and to identify new parts of the defence line. Using the attributes we can make queries and various reviews. The database is usable as a digital data archive, too. Our next research goal is to follow the search of the Attila-line and other defence lines and to present them to wider scientific and public audience.

(Keywords: GIS, military historical, object reconstruction, Attila-line)

BEVEZETÉS

A térinformatika napjaink egyik legdinamikusabban fejlődő tudományága. Alkalmazása egyre szélesebb körben válik megszokottá. Azokon a szakterületeken, ahol térképi alapú információgyűjtés, kezelés és szolgáltatás folyik, ma már elengedhetetlenül szükséges ennek a modern megoldásnak a használata. A hétköznapi, műszaki jellegű alkalmazási lehetőségei mellett, más tudományágakban is egyre nagyobb előszeretettel kezdik használni a térinformációs rendszereket. A humán tudományok sem jelentenek ez alól kivételt. Saját kutatásunk is ezen a területen folyt. Megpróbáltuk a térinformatikai rendszerek nyújtotta lehetőségeket a hadtörténeti vizsgálatokban is felhasználni.

A hadtörténeti rekonstrukciók végrehajtása több különböző tudományág együttes ismeretét és használatát feltételezi. A felhasználható alanyagok tárháza nagy és változatos. A régi korok vizsgálata szükségessé teszi az archív térképek, vázlatok, írásos dokumentációk együttes kiértékelését, kiegészülve az erődítések mai állapotának felmérésével. Egy hadtörténeti rekonstrukciót csak akkor tekinthetünk teljesen befejezettnek, ha az összes rendelkezésre álló információt feldolgoztuk. A közelmúlt erődítéseinek és eseményeinek vizsgálatakor, a nagy mennyiségű adat miatt, ez gyakorlatilag megvalósíthatatlan. A kiválasztott erődítési objektumok rekonstruálása önmagában nem is elegendő, a korabeli környezet és a lezajlott események feldolgozása, továbbá ábrázolása is elengedhetetlenül szükséges.

A feladat ezért nem is olyan egyszerű. A fentiekből következik, hogy nagy mennyiségű és sokszor teljesen különböző információhalmazzal kell szembenéznie a kutatónak. A térinformatikai rendszerek olyan egyedüli megoldást kínálnak, amely semmilyen más módszerrel nem helyettesíthető. Legfontosabb tulajdonságuk, hogy az adatokat egységes rendszerben kezelik. Így a változatos források, vetületi rendszerek nem jelentenek akadályt. Az egységes rendszerben egyszerűen összehasonlíthatjuk a különböző archív adatokat, akár egymással, akár a mai mérésekkel. A digitalizált végeredményt tetszés szerint megjeleníthetjük. A korabeli környezet, az erődítések és az események megbízható rekonstruálása így viszonylag egyszerűbben kivitelezhető, és például a mára már eltűnt erődítési elemeket is megjeleníthetjük a mai környezetben, de a digitális térkép még nem jelenti a végeredményt. A térinformációs rendszerek másik fontos tulajdonsága, hogy lehetővé teszik a legkülönbözőbb jellemzők tárolását az objektumokhoz kapcsolva. Így például, egy pillanat alatt megtudhatjuk a kiválasztott erődítések legfontosabb tulajdonságait. Sőt, a hozzá kapcsolódó képi és szöveges információkat is megjeleníthetjük. Az objektumok tulajdonságait a rendszer táblázatos formában kezeli. A létrehozott adatbázis segítségével a felhasználó különböző elemzéseket, lekérdezéseket és egyéb vizsgálatokat hajthat végre. Osztályozhatja és megjelenítheti az objektumokat bármelyik tulajdonságuk alapján.

A rekonstrukció elmélete

A rekonstrukció számos szakterületen kerül alkalmazásra. A teljesség igény nélkül, egy-két jellemző példát ezek közül: építészet, építőipari tervezés, történelem, hadtörténelem, vagy akár a bűnüldözés. Esetünkben hadtörténeti események és a hozzájuk kapcsolódó

objektumok rekonstruálására teszünk kísérletet. E témakörben végrehajtott rekonstrukciók tulajdonságai eltérőek a többi szakterületétől. Általánosságban jellemző a megbízható és pontos információk hiánya, továbbá az esetleges ellentmondások jelenléte. A rekonstrukció eredményességét alapvetően meghatározza, hogy a vizsgált esemény, objektum milyen korból származik. Ahogy haladunk az időben visszafelé, úgy növekszik a feladat nehézsége. Mind régebbi korokat vizsgálva, rohamosan csökken a még ma is fellelhető információforrások száma. A végeredmény minőségét pedig nyilvánvalóan az alkalmazott információgyűjtési eljárások mennyisége és minősége határozza meg.

A múlt objektumainak és eseményeinek vizsgálata, illetve rekonstruálása döntően archív adatforrások felhasználását teszi szükségessé. Az archív adatforrások sok szempontból különlegesnek nevezhetők. Ellentétben az általunk közvetlenül végrehajtott információgyűjtéssel – az elsődleges adatgyűjtési módszerekkel (lásd később) –, legtöbbször nem áll rendelkezésünkre a felhasznált archív alapanyagok összes paramétere. Ez a körülmény nagyban befolyásolja a rekonstrukció végeredményének minőségi jellemzőit, úgy mint pontosság, megbízhatóság, teljesség. Ezért a minél jobb eredmény érdekében, minden esetben élnünk kell a forráskritika alkalmazásával, amely egyfajta biztosítékot jelent.

Egy rekonstrukciós feladat megoldását általában, több szakterület ismeretanyagának együttes alkalmazása jelenti. Ez természetesen igaz az erődítések rekonstruálására is. A témakörhöz kapcsolódó tudományágakat alapvetően két csoportra oszthatjuk. A szorosan kapcsolódó tudományágak a történelem, a hadtörténelem és a régészet. Ezek mellett kiegészítő információkhoz juthatunk a következő tudományágak segítségével: hadművészet, fegyvertan, földrajz, építőmérnöki tudományok, térképészet, földmérés. A felsorolt tudományágakból összegyűjtött, az adott témakörhöz tartozó információk rendezése, kezelése teszi csak lehetővé egy teljesnek nevezhető rekonstrukció végrehajtását. Az objektumokat vagy az eseményeket mind térben, mind időben el kell tudnunk helyezni, és hozzá kell kapcsolnunk a tulajdonságaikat leíró különböző szakadatokat. Csak egy átfogó és együttes vizsgálat végeredményeképpen vonhatunk le megbízható következtetéseket. Csakis így ellenőrizhetünk, és általa erősíthetünk meg vagy vethetünk el bizonyos téziseket. Ezen kívül, a mindenre kiterjedő információgyűjtés után lehetséges csak különböző elemzések, vizsgálatok végrehajtása is. Egy teljes körű rekonstrukció nem nélkülözheti a vizsgált objektumok és események korabeli környezetének vizsgálatát sem. A földrajzi környezet általában nagy hatással van az események kimenetelére, az objektumok elhelyezkedésére, méreteire. Különösen igaz ez katonai vonatkozásba. Ezért egy teljes rekonstrukciós folyamatot három jól elkülöníthető részre bonthatunk: a környezeti rekonstrukció, az objektum rekonstrukció és az esemény rekonstrukció. Ez a felsorolás a végrehajtás logikus sorrendjét is jelenti, hiszen az egyes összetevők szervesen egymásra épülnek.

A rekonstrukciós folyamat során, az esetek nagy részében, egészen változatos forrásokból származó, sokszor nagy tömegű információk halmazával van dolgunk. Ennek összegyűjtése, feldolgozása és végül segítségükkel elemzések végrehajtása igen komoly feladat. Megvalósításához a legfontosabb feltétel az, hogy ezt a változatos adattömeget egységes rendszerbe tudjuk összefogni, mert csak így nyílnak lehetőségünk az előbb említett műveletek korrekt megvalósítására. Nem elhanyagolható szempont, hogy a létrehozott adatrendszer a kiválasztott témakör digitális archívumának is tekinthető. A térinformatikai rendszerek ezeknek a feladatoknak az eredményes végrehajtását teszik lehetővé.

A térinformatika és adatnyerési eljárásai

A térbeli információk feldolgozása számítógéppel támogatott információs rendszer használatát igényli. Ezeket a rendszereket térinformációs rendszereknek nevezzük. (Angol elnevezését is használjuk: Geographical Information System, GIS) Feladatuk a helyhez kötött információk gyűjtése, kezelése, elemzése és megjelenítése. A térinformációs rendszerek jellemzői megegyeznek az információs rendszerek tulajdonságaival. Csoportosításuk több szempont szerint történhet. A területi kiterjedés alapján megkülönböztetünk globális, regionális és lokális rendszereket. Így az egész Földre kiterjedő rendszerektől, az országos rendszereken keresztül eljuthatunk a települések vagy még kisebb területek vizsgálatáig.

A térinformatikai rendszerek kialakításának alapjául a modellalkotás folyamata szolgál. Ennek főbb lépései a következők: elsőként, a minket körülvevő bonyolult világból ki kell választanunk azokat az összetevőket, melyek valamilyen jelentőséggel bírnak a kialakítandó információs rendszer szempontjából. A kiválasztott összetevőket rendszerbe kell szerveznünk, melynek a legalsó szintjén a tovább már nem bontható entitások állnak. Ezt a rendszert kell átültetnünk számítógépek által is kezelhető formába. Így alakítjuk ki az elméleti modellből, annak digitális megfelelőjét, a logikai modellt. Végül a különböző adatnyerési eljárások segítségével, konkrét értékekkel ruházzuk fel a rendszert. Így jön létre a fizikai modell, amely azonosnak tekinthető az adatbázissal.

A térinformációs rendszerek legfontosabb része az adat. Ezek mennyisége és minősége alapvetően meghatározza az objektumokon keresztül az egész rendszer jellemzőit. Ezért a következőkben kicsit részletesebben foglalkozunk a térinformációs rendszerek kialakításához felhasználható adatnyerési eljárásokkal, információforrásokkal. A térinformációs rendszerek geometriai és attribútum adatait különböző módszerekkel nyerhetjük. A megfelelő kiválasztásánál több szempontot kell figyelembe vennünk. Ezek a következők: a rendszer alkalmazási területe, tematikája, felépítési elve (vektor, raszter, hibrid), az adatsűrűség, és végül a rendelkezésünkre álló adatforrások.

Az utóbbit a szerint különböztetjük meg, hogy milyen típusú adatok származnak belőlük. Így vannak elsődlegesen geometriai adatok és elsősorban attribútum adatok gyűjtésére szolgáló adatforrások. Az elsősorban jelző használatára azért van szükség, mert a két különböző jellegű adatgyűjtést nem különíthetjük el egymástól teljes mértékben. Mindkét módszer alkalmazásakor előbb-utóbb igény mutatkozik az aktuálisan másodlagos adattípus gyűjtésére is. Egy erősítés geometriájának meghatározása mellett óhatatlanul foglalkoznunk kell azzal is, hogy mikor épült, mikor használták stb.

Mindkét adatgyűjtési eljárást tovább osztályozhatjuk. Megkülönböztetünk elsődleges és másodlagos adatnyerést. Az előbbiben az információkat közvetlenül magáról a tárgyról vagy annak a képéről nyerjük, míg az utóbbiban az információk már meglévő adatbázisból származnak. Elsődleges geometriai adatnyerés például valamilyen terepi mérés, míg az attribútum források közül a személyes adatfelvétel, kérdezősködés. Egy település digitális térképe már másodlagos geometriai adatforrás, a Statisztikai Évkönyv használata pedig másodlagos attribútum jellegű adatnyerési eljárás. Az elsődleges és a másodlagos adatforrások között komoly eltérés mutatkozik az adatok minőségében, előállítási költségében és az előállítás időtartamában. Az elsődleges eljárások az esetek túlnyomó többségében költségesebbek, idő és munkaigényesebbek, de ebből következően jobb minőségűek, hiszen segítségükkel teljes mértékben figyelembe vehetjük a kialakítandó rendszer sajátosságait. Ennek ellenére, a másodlagos

eljárások alkalmazása is egyre nagyobb népszerűségnek örvend. Ezt az Internetnek köszönhetjük, amely lehetővé teszi az olyan információkhoz való hozzáférést is, amelyekhez korábban szinte lehetetlen volt hozzájutni.

Geometriai adatforrások

Elsődleges adatnyerési eljárások:

- földi geodéziai eljárások,
- mesterséges holdakon alapuló helymeghatározás,
- inerciális rendszerek,
- fotogrammetriai eljárások,
- távérzékelés,
- rádiótelefonok felhasználásán alapuló rendszerek,
- mobil térképező rendszerek.

Másodlagos adatnyerési eljárások:

- analóg térképek manuális digitalizálása,
- analóg térképek szkennelése,
- digitális állományok átvétele (off-line),
- digitális állományok átvétele hálózatról (Internet).

Attribútum adatforrások

Környezeti és erőforrás adatok nyerésére szolgáló eljárások

- Elsődleges eljárások: távérzékelés, helyszíni megfigyelés, különböző szakterületek mérései.
- Másodlagos eljárások: tematikus térképek digitalizálása, korábbi mérések adatainak felhasználása, digitális adatbázisok és webes adatok átvétele.

Szocio-ökonómiai adatnyerési eljárások

- Elsődleges eljárások: távérzékelés, helyszíni adatgyűjtés (pl. lakossági adatfelvétel).
- Másodlagos eljárások: különböző intézmények nyilvántartásainak felhasználása (Statisztikai Hivatal, Közigazgatási Hivatal).

Infrastrukturális adatnyerési eljárások

- Elsődleges eljárások: távérzékelés, helyszíni adatgyűjtés (út vagy közmű hálózat).
- Másodlagos eljárások: különböző intézmények nyilvántartásainak felhasználása (közútkezelők, közmű vállalatok)

Az adatnyerési eljárások közül kiemeltük a távérzékelést, amely szinte minden esetben alkalmazható, mind geometriai, mind szakadatok gyűjtésére. Mivel a hadtörténeti rekonstrukció tárgyát többek között a közelmúlt eseményei és objektumai jelentik, így kiemelt jelentősége van az archív távérzékelte anyagoknak. Különösen hasznos az archív légi fényképek felhasználása. Magyarországon rendszeresen az 1950-es évektől készítenek légi felvételeket. Kezdetben, a mai szemmel nézve igen rossz minőségű fekete-fehér fényképeket készítettek. A későbbiekben jelentek meg a színes, majd az infra tartományban készült felvételek. A fényképek magát a valóságot örököltik meg közvetlenül, nem pedig annak valamilyen absztrakt leképezését, mint a térképek vagy a vázlatok. Az archív légi fényképek kiértékelésének eredménye nem csak arra alkalmas, hogy képet kapjunk a készítés időpillanatában fennálló állapotokról, hanem korábban létrehozott

objektumok (esetünkben erődítések vagy annak elemei) meghatározására is. Az utóbbi évtizedekben radikális változások mentek, mennek végbe a körülöttünk lévő természetes és épített környezetben. A terepfelszín napról napra változik, és ezzel együtt tűnnek el azok a nyomok, amelyek alapján azonosíthatnánk az elmúlt korok objektumait. Így a nagyobb környezeti változások előtt készült felvételek jelentősége egyre növekszik.

1. táblázat

Az Attila-vonal vizsgálatához felhasznált légi fényképek

Szelvény(1)	Közelítő méretarány(2)	Hasznos darab(3)	Jellemző települések(4)
L-34-3-C-d	1:20000	12	Alsógöd
L-34-15-A-b	1:20000	9	Dunakeszi, Fót
L-34-15-A-d	1:20000	7	K. Megyer, Rákosszentmihály
L-34-15-B-a	1:20000	7	Gödöllő, Szada
L-34-15-B-b	1:20000	8	Bag, Aszód
L-34-15-B-c	1:20000	7	Kistarcsa, Csömör
L-34-15-B-d	1:20000	7	Valkó, Isaszeg
L-34-15-C-b	1:20000	7	Pestszenterzsébet
L-34-15-C-c	1:10000 1:6000	3	Dunaharaszti
L-34-15-C-d	1:20000	7	Soroksár
L-34-15-D-a	1:20000	7	Rákoscaba, Gyömrő
L-34-15-D-b	1:20000	7	Maglód, Pécel
L-34-15-D-c	1:20000	7	Vecsés, Üllő
L-34-27-A-a	1:10000	4	Taksony
L-34-27-A-b	1:20000	4	Ócsa

Table 1: Archive arial photos from the Attila-line region

Map segment(1), Map scale(2), Useful piece(3), Typical settlement(4)

Az adatnyerési eljárások közé tartoznak azok a különlegesnek nevezhető lehetőségek is, amelyekre a következőkben térünk ki részletesen. Ezeket hagyományos térinformációs rendszer kialakításakor ritkábban használjuk és jelentőségük kisebb a többi adatnyerési eljárás mellett. A hadtörténeti jellegű térinformációs rendszerben, azonban alkalmazásuk indokolt és el is várható. Alapvetően két csoportra oszthatjuk őket: az archív írásos dokumentációk (másodlagos információ) és a szóbeli információk (elsődleges információ).

Az archív írott dokumentációk tárháza igen nagy. A könyvtári, levéltári, térképtári információk nagy többségét attribútum adatként tudjuk felhasználni, de előfordul, hogy helyzeti információkat is tartalmaznak. Ezek a művek lehetnek könyvek, személyes visszaemlékezések, memoárok, korabeli újságcikkek stb. Szerzőik korábbi kutatók, vagy a közelmúltban történt események résztvevői, szemtanúi.

A szóbeli információk összegyűjtéséhez, első lépésként azokat a potenciális személyeket kell felkutatni, akik megbízható és értékes adatokkal rendelkeznek. Ez lehet célzott keresés valamilyen előzetes információ alapján, de történhet úgy is, hogy a vizsgálatot érintő helyszínen a lakosság körében végzünk adatgyűjtést.

Mindkét eljárás során igen sokféle adathoz juthatunk, azonban ezt az információhalmazt is rendszerezniük kell. Az elsődleges szempont az eredetük. Fontos, hogy tisztában legyünk azzal, mennyire tekinthető hitelesnek egy-egy adat, mennyire bízhatunk meg benne. Ezt nevezzük forráskritikának. Szem előtt tartása különösen fontos a szóbeli adatgyűjtésben.

1. ábra

Az Attila-vonal rekonstrukciójában alkalmazott adatforrások és megbízhatóságuk

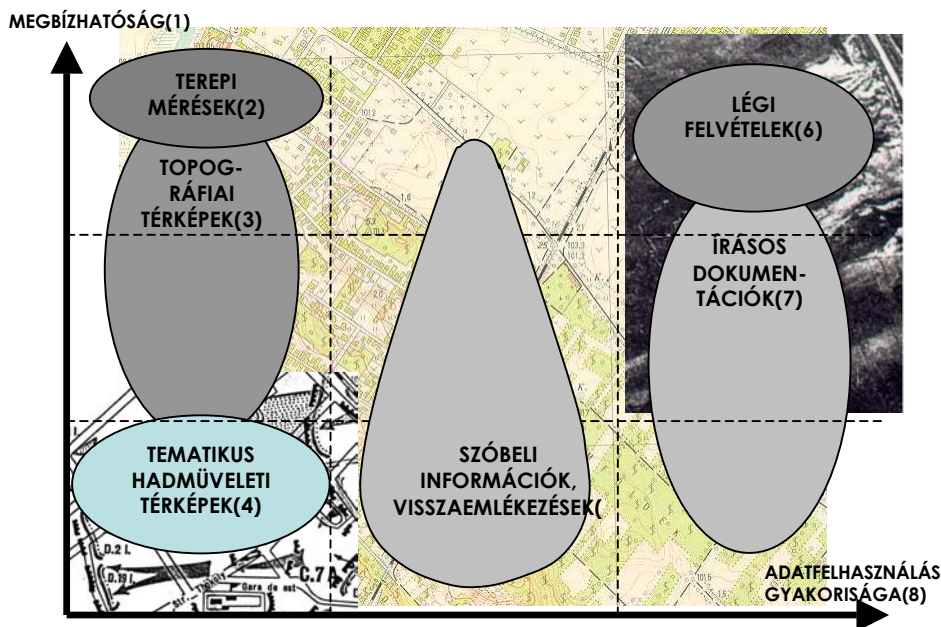


Figure 1: The data sources and their reliability used in the reconstruction of Attila-line

Data reliability(1), Field measurements(2), Topographic maps(3), Thematic maps(4), Personal reminiscences(5), Aerial photos(6), Archive & Library documents(7), Data usage prevalence(8)

A hadtörténeti jellegű térinformatikai rendszerben a geometriai és attribútum adatok mellett, egy dokumentációs adatbázis létrehozása is nélkülözhetetlen. E nélkül a rendszer ismeretterjesztő, tájékoztató és egyben archiváló funkciója szenvedne csorbát. Az információk beszerzése párhuzamosan zajlik a geometriai és attribútum adatok gyűjtésével. A dokumentációk kezeléséhez szükség lehet a felhasznált térinformatikai szoftver módosítására is. Alapesetben a legtöbb szoftver egy objektumhoz csak egy-egy különböző típusú csatolt információt tudott kapcsolni. Képessé kellett tennünk arra, hogy egyszerre több fényképet, leírást, rajzot tudjon kezelni. Ezt scriptek alkalmazásával lehet megoldani.

Az alábbiakban, a hadtörténeti rekonstrukciókban előforduló dokumentációkat rendszereztük, típusuk szerint.

Képi információk (Image):

- archív és mai fényképek,
- archív és mai légi felvételek,
- űrfelvételek,
- térképek, kivágatok,
- erődítési utasítások, vázrajzok képei.

Szöveges információk (Text):

- könyvtári, levéltári anyagok,
- archív újságcikkek,
- mai publikációk,
- visszaemlékezések,
- személyes elbeszélések.

Video anyagok:

- archív és mai helyszíni felvételek.

Grafikus információk(CAD):

- manuálék, egyéb rajzok.

2. ábra

Harckocsi árok a német erődítési utasításban



Figure 2: Anti-tank dike in a German military regulation

A rekonstrukció lépései és a térinformatika kapcsolódási pontjai

A rekonstrukció és a kutatómunka végrehajtásakor nagy segítséget nyújthatnak a számítástechnikai eszközök. Most, hogy tisztáztuk a térinformatika főbb jellemzőit, vizsgáljuk meg, hogy miképpen alkalmazhatjuk ezt a tudományágat a munkánk során.

Megállapíthatjuk, hogy a környezeti, az objektum és az esemény rekonstrukciókat alkotó alapelemek (objektumok) tökéletesen megfelelnek a helyhez kötött információ fogalmának. A térinformációs rendszerek tehát alkalmazhatók a feldolgozásukra. A rekonstrukciók csak akkor járhatnak eredménnyel, ha az objektumok és események térbeliségét, továbbá az időbeliségét megfelelően tudjuk ábrázolni. A térinformatika segítségével ez is megvalósítható.

A számítástechnika és a térinformatika előtti időkben is végeztek hadtörténeti rekonstrukciókat természetesen. Ezeknek az alapját a papírtérképek és analóg nyilvántartások jelentették. El lehet képzelni, hogy egy összetettebb vizsgálatban, amely több résztvevőt és azoknak tulajdonságait érintette, továbbá mindezt több időpontban, mekkora feladat hárult a kutatóra. Egy jellegzetes példa az analóg alapanyagok használatára a múltból: Berthier francia térképész az Egyesült Államok függetlenségi háborújának egyik legfontosabb ütközetét, a 1781-ben lezajlott Yorktown-i csata rekonstruálását egymásra helyezhető térképekkel próbálta megoldani.

Ma már kézenfekvőnek tűnik a számítógép és ezzel együtt a térinformatika használata az ilyen jellegű feladatok megoldására. Az analóg formában még oly áttekinthetetlennek tűnő adattömeg, egységes rendszerben ábrázolva, már jóval kezelhetőbb. Ráadásul a térinformatika segítségével könnyebben és egyszerűbben végrehajthatjuk a különböző elemzéseket, vizsgálatokat és az összefüggések feltárását is. Ennek ellenére még manapság is sok szakterület nagyrészt analóg nyilvántartási rendszert alkalmaz, alapvetően gazdasági megfontolások miatt. A térinformatika térnyerése, azonban egyre jelentősebbé válik.

Egy hadtörténeti esemény vagy objektum rekonstrukciója megköveteli a lehető legszélesebb körű információgyűjtést. Így általában mind geometriai, mind tartalmi, továbbá megbízhatósági szempontból, igen változatos minőségű adathalmazzal kerülünk szembe az adatgyűjtés végeztével. Az objektumok és az események térbeli, továbbá időbeli állapotának, változásának egy összefoglaló rendszerben történő szemlélése, még a legváltozatosabb információtömeg esetében célravezető. A sokféle adatot így egyszerűbben összehasonlíthatjuk és kiszűrhetjük belőlük a legmegbízhatatlanabbakat, továbbá az ellentmondásokat is. Ez utóbbival azért vigyáznunk kell, hiszen az elmúlt korok vizsgálatánál gyakran előfordul olyan eset, amikor egymásnak ellentmondó információk kerülnek birtokunkba, de az ellenőrizhetetlenség miatt egyiket sem vethetjük el. Ekkor azt tartjuk célszerűnek, ha minden információt megtartunk és ábrázolunk a rendszerben, továbbá a majdani felhasználóra bízunk a végső döntést. Célravezető, ha a rekonstrukció végeredménye ilyenkor csak egy hipotézis, amit az összegyűjtött adatok alapján állíthatunk fel.

Az előbbi példa is jól szemlélteti azt, hogy milyen körültekintően kell kialakítanunk egy rekonstrukciós célú térinformációs rendszert. Nagyon sok kritériumnak és igénynek kell, hogy egyszerre megfeleljen az eredmény. Tekintsük a következőkben végig azokat a szempontokat, amelyeket feltétlenül szem előtt kell tartanunk.

- Talán a legfontosabb követelmény, amelyet már a korábbiakban is hangsúlyoztunk, hogy egy *egységes rendszerben* kell a térinformatikai adatbázisunkat kialakítani. Ez az egység a területi kiterjedéstől függően lehet kisebb térség, ország vagy akár egész kontinens is. A mi esetünkben a Kárpát-medence jelenti azt a keretet, amelyben a rendszerünket megvalósítani szeretnénk. Az egységes rendszer, mint elvárás az alkalmazott koordinátarendszer tekintetében is fennáll. Ma Magyarországon az EOV rendszert használjuk, ezért minden információt ebbe a rendszerbe kell illeszteni.
- A környezeti elemek, erősítési objektumok és az események geometriai ábrázolásán túl olyan *leíró (attribútum) adatbázist* kell felépítenünk, amely használhatóvá teszi a

térinformációs rendszert a témakörben érdeklődő számára. Ez azt jelenti, hogy a térinformációs rendszer minden olyan elemének, minden olyan attribútumát össze kell gyűjtenünk, amely érdeklődésre tarthat számot. Ez igen nehéz feladat, több szempontból is. Az elvárások szempontjából az okozza a nehézséget, hogy a hadtörténeti jellegű rendszerek (de említhetnénk másfajta is) nagyszámú tudományágot érintenek. Ezek más-más szemszögből látják és értékelik ugyanazt. Különbözőek az elvárásaik a rendszer összetevők tulajdonságait tekintve. A lehetőségek szempontjából vizsgálva az attribútumok gyűjtését, kijelenthetjük, hogy az esetek nagy részében csak nagy ráfordítással lehet megszerezni azt az információmennyiséget, amelyet (sokszor jogosan) elvárnak. Előfordul azonban, hogy az adatokhoz való hozzáférés korlátozott, vagy egyszerűen már nem is léteznek. Így tehát józan kompromisszumot kell kötnünk az elvárások és a lehetőségeink figyelembevételével. Az adatgyűjtést, pedig ennek megfelelően kell végrehajtanunk.

- Egy rekonstrukciós célú térinformációs rendszer megköveteli olyan információk megjelenítését is, amelyeknek, egy hagyományosnak nevezhető (önkormányzati, közmű stb.) információs rendszerben nincs nagy jelentősége. Ezek a különböző dokumentációk. A hadtörténeti jellegű adatgyűjtéskor különlegesnek nevezhető eljárásokat is fel kell használnunk. Kiemelten igaz ez a közelmúlt eseményeire és a hozzájuk kapcsolódó objektumokra. Az információk összegyűjtése és tárolása alapvető feladat a rendszer kialakításakor. Ebből következik, hogy az így létrejövő adatbázis elsődleges célja az *archiválás*. Logikus lépés, hogy elmúlt korok vizsgálatakor ne csak az egybegyűjtött információkból létrehozott végeredményt és az abból esetlegesen levont következtetéseket közöljük, hanem magukat az eredeti adatokat, dokumentációkat is. Elég csak arra gondolnunk, hogy a II. világháború résztvevőinek, szemtanúinak szóbeli visszaemlékezéseit hiba lenne nem dokumentálni és veszni hagyni, miután kiszűrtük belőlük a számunkra hasznos információkat. A térinformatikai szoftverekben meg van a lehetőség a dokumentációk objektumokhoz való csatolására (Link). A dokumentációk lehetnek képi, szöveges, hang vagy videó formátumban is. Éppen ezért azt mondhatjuk, hogy egy hadtörténeti jellegű térinformációs rendszerben a geometriai és az attribútum adatbázisok mellett, egy *dokumentációs adatbázist* is létre kell hoznunk. A térinformatikai szoftverek mellett, hogy alkalmasak a dokumentációk objektumokhoz csatolására, azok tömeges kezelésére már kevésbé. Így mindig tisztában kell lennünk a felhasznált szoftver lehetőségeivel, és a lehetséges fejlesztéseivel e téren.
- Az archiválási funkció mellett, egyéb nagyon fontos elvárásoknak is meg kell, hogy feleljen a rendszer. Az adatbázisba kerülő objektumoknak vagy azok részeinek meg kell tudni határozni a típusát és a korát is. Ehhez egyfajta referencia rendszer kialakítása szükséges. Ennek tartalmaznia kell a vizsgált korszak erődítéstípusainak jellegzetes példáit. Ezek esetleges hiányát pótolandó, érdemes megvizsgálni a külföldi példákat is, ahol sokszor, a hazaiaknál jobb állapotban lévő és jól dokumentált példákkal találkozhatunk. Sok esetben jelenthetnek segítséget a magyarországi erődítések felkutatásához és azonosításához. A térinformatikai rendszer, így egyfajta nyilvántartás is lesz, mely lehetővé teszi az erődítések fejlődésének vizsgálatát is a különböző korokban.
- A térinformációs rendszernek alkalmasnak kell lennie arra, hogy alapot képezzen a kiválasztott tematika további kutatásaihoz, amellet, hogy a meglévő információk segítségével különböző elemzéseket, vizsgálatokat végezhesünk. Azért, hogy ezeknek az elvárásoknak megfeleljünk, tulajdonképpen csak az előzőekben vázolt

feladatokat kell megfelelően végrehajtanunk. A körültekintő adatgyűjtés, geometriai, attribútum és dokumentáció tekintetében, továbbá az információk térinformatikai rendszerbe integrálása, alkalmas arra, hogy kielégítő válaszokat adjunk a felmerülő kérdésekre. A létrehozott referencia és nyilvántartási rendszer, együttesen az elemzési lehetőségekkel, megfelelő alapot jelenthet akár ismeretlen objektumok vagy azok részleteinek kutatásához és felderítéséhez.

- Az elkészült adatbázisnak minden potenciális felhasználót ki kell szolgálnia. A lehetséges felhasználókat egy hadtörténeti rekonstrukciós rendszerben, alapvetően két részre oszthatjuk. Az első és nagyobb csoport a téma iránt felületesen érdeklődők halmaza. A második csoportot a témakör kutatói jelentik. Ha a rendszerünk a kutatókat ki tudja szolgálni, akkor természetesen az érdeklődők számára is megfelelő lesz. Használati szempontból a térinformációs rendszerek megfelelnek mindkét csoport elvárásainak és lehetőségeinek. Azt mondhatjuk, hogy a térinformatikai szoftverek használata könnyen és gyorsan elsajátítható bárki számára. A fő problémát nem is ez jelenti, hanem az, hogy térinformatikai szoftverekhez nem mindenki juthat hozzá (kivétel néhány ingyenes verzió, amely letölthető). A megoldást az Internet jelenti. Ez a lehető legszélesebb publikációs lehetőség. Itt elvileg bárki hozzáférhet az információkhoz. Ehhez persze kissé át kell alakítani a térinformációs szoftver környezetben elkészített rendszerünket.

A REKONSTRUKCIÓS FOLYAMAT LÉPÉSEI

A környezetrekonstrukció

A teljes rekonstrukciós folyamat első lépcsőfoka a környezeti rekonstrukció. Első megközelítésben azt gondolhatnánk, hogy erre a lépésre nincs is szükség, hiszen a konkrét eredményeket a vizsgált időszak objektumainak és eseményeinek rekonstrukciója jelenti. A környezet ábrázolása, azonban az esetek döntő többségében indokolt, sőt szükséges. Mint külső tényező nagyban befolyásolja az objektumok elhelyezését, méretét és egyéb jellemzőit, valamint ugyanilyen hatással van az események kimenetelére is. Különösen igaz ez olyan témakörben, mint a hadtörténet. Köztudott, hogy a hadászatban mindig is kiemelten kezelték a földrajzi környezetet, a terep adta lehetőségeket. Látható, hogy a környezeti rekonstrukciót mindenféleképpen végre kell hajtunk a megfelelő végeredmény elérése érdekében. A gyakorlatban ez azt jelenti, hogy egy digitális alaptérképet hozunk létre az aktuális területről a vizsgált időszak jellemzőivel. A hadászatban betöltött szerepén túl, egyéb indokai is vannak a felhasználásának. Az objektum és esemény rekonstrukciók önmagukban, környezeti elemek ábrázolása nélkül, a „levegőben lógnak”. A közvetlen környezet megjelenítése megkönnyíti az alapvető tájékozódást a felhasználó számára. Ezen kívül, a környezeti objektumok jellemzői (méret, alak, forma) sokszor utalást jelenthetnek arra, hogy valaha részei voltak egy védelmi rendszernek vagy a közelükben egy erősítési elem volt. Ez akkor is igaz lehet, ha semmilyen más jelenség nem utal erre. A környezeti elemek, az erősítési objektumok ábrázolása mellett, az események megjelenítésében is hasznosak lehetnek. Az események korabeli leírásaiban sokszor csak a környezeti elemekhez kötött, relatív információkkal rendelkezünk. Így, megjelenítésükhöz is elengedhetetlen egy megbízható környezeti rekonstrukció. Az események ábrázolásán túl, az elemzések és más vizsgálatok szempontjából is fontos az erősítések környezetének tanulmányozása, illetve megjelenítése. Sokszor az események csak nagy vonalakban ismertek. A történések helyszíneit részletesen megvizsgálva több esetben is utólagos pontosítások

hajthatók végre. Ha a pontosítás nem lehetséges, akkor is nagyobb valószínűséggel hozhatunk jó következtetéseket az eseményekkel kapcsolatban.

Az objektumrekonstrukció

A korabeli környezet rekonstrukciója megteremti az alapot a további lépések végrehajtásához. A létrehozott digitális alaptérképen kell rekonstruálnunk a vizsgált erődtételeket vagy azok részeit. Ez a teljes rekonstrukciós feladat legnagyobb és talán legérdekesebb része. Az objektumok előzetes vizsgálata, majd későbbi azonosítása és illesztése a térinformációs rendszerbe, változatos, szerteágazó munka eredményeképpen valósul meg. A környezeti elemekkel ellentétben, az erődtételekben már nem csak a geometriai jellemzők állnak a kutatás középpontjában, hanem az objektumok tulajdonságait leíró adatokat is össze kell gyűjtenünk.

Az erődtételek geometriájáról a környezeti elemekhez hasonlóan az archív anyagok felhasználásával szerezhetünk információkat. A direkt objektum felderítés előtt érdemes tanulmányozni azokat a forrásokat, amelyek a keresett erődtételek geometriai és attribútum jellemzőiről szólnak. Egyszerűbbé teheti az erődtételek felderítését és azonosítását, ha tisztában vagyunk azzal, hogy mi az, amit pontosan keresünk és, hogy hol keressük. Már ennek az előzetes tájékozódásnak az adatforrásai is igen változatosak lehetnek.

A kutatás szerves része a témakör irodalmának tanulmányozása. Már korábban említettük, hogy hadtörténeti jellegű térinformációs rendszer felépítéséhez több tudományág ismeretanyaga szükséges. A legalapvetőbb információk beszerzéséhez tanulmányoznunk szükséges a történelem, a hadtörténelem, a régészet, a hadművészet, a fegyvertan, a földrajz, az építőmérnöki tudományok, a térképészet vonatkozó részeit. Ez után következhet a konkrét erődtétről szóló irodalomkutatás. Feltétlenül össze kell gyűjtenünk a fellelhető összes írásos publikációt, amelyben a vizsgált erődtétről szó van: könyvet, levéltári adatot, újságcikket, egyéb publikációt. Ezek többé-kevésbé tisztázhatják a geometriai jellemzőket és az attribútumokat, így nem kell a „sötétben tapogatózva” elkezdenünk a felderítést. Nagyon hasznosak voltak munkánk során azok az erődtételei utasítások, amelyek megbízható és pontos geometriai információkat tartalmaznak az erődtételekről és emellett attribútum adatokkal is szolgálnak. Az így összegyűjtött anyagok végül bekerülnek a dokumentációs adatbázisba is. Az objektum rekonstrukciónak ezt a részét nevezhetjük előzetes információ-gyűjtésnek, vagy elméleti kutatásnak is. Visszaulva a környezeti rekonstrukcióra, ezután már tudjuk azt, hogy nagyjából mekkora területi kiterjedésű és ezzel együtt milyen adatsűrűségű lesz a térinformációs rendszerünk, tehát milyen méretarányban kell az adatgyűjtést végrehajtani.

A kiinduló információk megszerzése után következhet a konkrét erődtételek azonosítása és kiértékelése. Az erődtételek nagyságától függően az archív térképi művek, légi fényképek, illetve mai ürfelvételek kerülhetnek szóba. A nagyobb kiterjedésű objektumok (5-10 m felett) vagy a rájuk utaló terepi nyomok esetében az M=1:10000-es és M=1:25000-es méretarányú térképek vizsgálata is eredménnyel járhat, mert az esetek többségében ábrázolásra kerültek. Az erődtételek elhelyezkedését így pontosíthatjuk a további kiértékeléshez és lehatárolhatjuk a vizsgált területet.

A további kutatáshoz az archív légi felvételeket használjuk fel. Ez szinte mindig szükségszerű, vagy a további pontosítások, vagy az új elemek felderítése kapcsán, mert a légi fényképek információ tartalma jóval nagyobb, mint a térképeké. A pontosításról akkor beszélhetünk, ha felszíni objektumról van szó, azaz közvetlenül látszik a

felvételen. Ekkor a geometriai tulajdonságok meghatározását a következő tényezők befolyásolhatják.

- Az objektum mérete.
- Az objektum láthatósága (szín, kontrasztosság, a felvétel időpontja).
- Az objektum lehatárolhatósága (kidőlés, árnyékolás, felszíni művelés).
- A felvétel geometriai jellemzői (szemcsenagyság, pixelméret). A fekete-fehér felvételeknek kisebb a szemcsenagyságuk, így geometriai értelemben pontosabbak, mint például a színes fényképek.

Ha a felszín alatt elhelyezkedő erődítési elemről van szó, akkor az esetek nagy többségében az interpretáció végrehajtásához szakmai ismeretekre és komoly tapasztalatra van szükség. Ekkor ugyanis, ráutaló jelek alapján kell a kiértékelést végrehajtani. A felszín alatti objektumok vonal vagy felületszerűen jelennek meg a fényképeken. Határvonalaik legtöbbször elmosódottak, így az interpretáció pontatlanná válik. Ez azonban nem okoz nagy problémát, hiszen az elsődleges célunk a felderítés. A további pontosítást, különböző módszerekkel ezután már végre lehet hajtani. A ráutaló nyomokat összefoglaló néven indikátor jelenségeknek nevezzük. Ezek a talaj és a vegetáció, különböző tulajdonságiból adódnak. A felszín alatt lévő objektumok fölött és a betemetett árkokban a talaj szerkezete továbbá egyéb tulajdonságai eltérőek a környezetüktől. Az alábbi jellemzők nyújthatnak segítséget a kiértékelésnél.

- A talaj vízmegtartó és vízvezető képessége változik.
- A tápanyagtartalom megváltozik, ezért fedett talajon, különösen homogén növényzet esetén, magán, a növényzeten láthatók a nyomok (dúsabb vegetáció). Fedetlen talaj esetén a talajnedvesség változása a szembetűnő.
- A talajhőmérséklet változása. Például, ha a föld alatt fal van, akkor fölötté a talaj hőmérséklete a környezetétől eltérően változik.
- A természetes és a mesterséges növénytakaró változása. Az emberi beavatkozás, talajművelés olyan nagymértékű, hogy az a feltűnő, ha valamely megművelt területen, egy kisebb részen megmaradt a természetes növényzet. Ennek oka lehet, hogy a kis területen valamilyen régi objektumot kerültek ki.
- A mikrodomborzat. A felszínen megfigyelhető szabályos alakzatok utalhatnak az ott lévő objektumokra.

Az első négy tulajdonságból adódó indikátor jelenségek a felvételen is láthatók, míg a mikrodomborzati jellemzőket, döntően csak a terepen figyelhetjük meg. A helyszín bejárására, többek között ezért is van szükség.

Az attribútum adatok nyerésére szolgáló eljárások is változatosak. Nagyrészen ugyanazok az adatforrások használhatók fel erre a célra is, mint a geometriai adatok gyűjtésére: a különböző tematikus térképekből, a légi fényképekből, az űrfelvételekből származhatnak az erődítési elemek leíró adatai.

Az eseményrekonstrukció

A környezeti és objektum rekonstrukció sikeres végrehajtása után, olyan térképi alap áll rendelkezésünkre, amelyen megkísérélhetjük, az események rekonstruálását is. Amíg az objektum rekonstrukció elképzelhető környezeti elemek ábrázolása nélkül, addig az események ábrázolása értelmetlen a környezeti és erődítési elemek megjelenítése hiányában, hiszen valamilyen objektumhoz kötnünk kell a mozgásokat, illetve a résztvevők tartózkodási helyeit. Az események ábrázolásának pontosságát, megbízhatóságát alapvetően két tényező befolyásolja. Az első, hogy a vizsgált események, mikor történtek. A második pedig az, hogy milyen minőségű és mennyiségű

információt lehet összegyűjteni vele kapcsolatban. Ez utóbbi tényező természetesen függ az elsőtől. Általánosságban elmondhatjuk, hogy az időben visszafelé haladva, a rendelkezésre álló adatok mennyisége és minősége is csökken.

Az eseményekről szóló adatgyűjtés, majd az ábrázolás is problémákat hordoz magában. A felhasználható adatnyerési eljárások választéka ez esetben szűkösebb, mint a korábbi rekonstrukciós lépéseknél. A három fő információszerző lehetőség: a különböző térképi művek, az írásos dokumentációk és a személyes szóbeli visszaemlékezések.

A rekonstrukciós folyamat három lépcsőfoka közül, az eseményekkel kapcsolatos adatgyűjtések során találkozhatunk a szóbeli információk legnagyobb hányadával. A verbális információkat alapvetően kritikus szemmel kell kezelnünk, mert nagyon sok külső tényező lehet befolyással rájuk. Ebből adódóan előfordulhatnak ellentmondások is. Az eseményekkel kapcsolatban azonban sokszor előfordul, hogy csak ilyen jellegű adatokra hagyatkozhatunk.

Az eseményekre vonatkozó információknak az ellenőrzése szinte lehetetlen. Ugyanazon esemény, egymástól független forrásból származó információinak összevetése jelenthet megoldást, azonban erre igen ritkán van lehetőség. A fentiekből következik, hogy az esemény rekonstrukciók során az adatgyűjtés a legkritikusabb folyamat. Kevés az információ és sokszor megbízhatatlan, ezért a forráskritika alkalmazására itt is szükség van. Ennek ellenére érdemes feltüntetni az adatbázisban minden lehetséges verziót. A felhasználó számára, pedig biztosítanunk kell a lehetőséget, hogy kiszűrje a számára megfelelő minőségű adatokat. Ezt a legegyszerűbben megbízhatósági szintek felállításával érhetjük el. A különböző információkat megbízhatósági csoportokba soroljuk, és a csoportok szerint jelenítjük meg a rendszerben. Ez lehet jelkulcsi ábrázolás a digitális térképen vagy az objektumok attribútum táblázatában való megjelenítés is.

Az Attila-vonal építése és előzményei

A második világháború során a magyar katonai felső vezetés abban reménykedett, hogy a Kárpátok vonalának megtartásával feltartóztathatják a Vörös Hadsereget. A szovjet csapatoknak nem is sikerült áttörniük a Kárpátokban a kiépült magyar védelmi állásokat, de Románia kiugrásával összeomlott a déli frontszakasz. Alig néhány német hadosztály tudott kijutni Romániából. A Déli-Kárpátok nyitott átjárót biztosított a szovjet csapatoknak, így délről megkerülve a magyar-német védelmet az Alföldre nyomultak előre. A debreceni páncéloscsatában sikerült időlegesen feltartóztatni a Vörös Hadsereget és ezen idő alatt ki tudták vonni a Kárpátokban még védekező német és magyar egységeket, hogy ne kerítsék be őket dél felől.

A Vörös Hadsereg számára a Kárpátokon való átkelés és az Alföldre nyomulás után Budapest elfoglalása jelentette az elsődleges célt a déli hadszíntéren. Sztálin elsősorban politikai, másodsorban gazdasági célból sürgette a magyar főváros mielőbbi bevételét. Ekkorra már Magyarország maradt a Hitleri Németország egyetlen szövetségese és a főváros elfoglalása jelentős pszichológiai hatást gyakorolhatott a még harcoló magyar csapatokra. Sztálin joggal remélte, hogy a főváros eleste után a magyarok átállnak, vagy legalább kivonják magukat a további harcokból. (Ez utóbbi következett be, a magyar csapatokból tömegével adták meg magukat a katonák vagy egyszerűen otthagyták alakulataikat és hazamentek.)

A németek számára viszont két okból volt fontos Magyarország, de legalább a Dunántúl megtartása. Hitler különösen fontosnak tartotta a zalai olajmezők minden áron való tartását, ugyanis 1944 végére ez volt a Harmadik Birodalom utolsó olajmezője,

ahonnét még tudta biztosítani a benzin szükségletének egy kis részét. A másik ok Dél-Németország védelme volt azáltal, hogy Magyarország nyugati részének megtartásával biztosíthatják a saját területeiket.

A német hadsereg ezért felkészült a Magyarország még ellenőrzésük alatt lévő területeinek védelmére. Az ország domborzati viszonyai viszont nem jelentettek különösebb akadályt a szovjet gépesített csapatoknak. (Elég csak arra gondolni, hogy a Távol-Keleten a háború utolsó hónapjaiban a szovjet tankok átkeltek a Nagy-Hingan ezer métert meghaladó hegyein és lerohanták a hágókban védekező japán csapatokat.) A természetes védelem hiányát mesterséggel pótolták. Egy az egész országot átszelő védelmi rendszer épült ki 1944-ben. Északi része a Zempléni-hegységtől indult el és DNy irányba futott tovább a Mátra és Bükk lábánál. Ez a Karola-vonal nevet kapta. Budapest körül három övben épült ki az Attila-vonal. (A Karola vonal ebbe csatlakozott be Dány községnél.) Majd Budapeستől délre a Velencei-tó érintésével a Balatonig húzódott a Margit-vonal. Végül a Balaton legdélebbi csücskétől a Dráváig folytatódott a Margit-vonal további része. Ennek a többé-kevésbé összefüggő rendszernek kellett volna meggátolni a Vörös Hadsereg további előretörését. Az egyes védelmi állások eltérő mértékben épültek ki. A legjobban kiépültek ezek közül az Attila-vonal és a Margit vonal Balaton és Budapest közötti szakaszai tekinthetők.

3. ábra

Harcokosi árok építése



Figure 3: Building of an anti-tank dike

1944. szeptember 22-én Hans Freissner vezérezredes, az akkori Déli Hadseregcsoport parancsnoka elrendelte, hogy Budapest körül három patkó alakú védőövet építsenek ki szárnyaikkal a Dunára támaszkodva (Attila I., Attila II. és Attila III. vonal).

Ettől függetlenül a magyar vezérkar már szeptember 11-én hozzálátott az Attila-vonalak kiépítéséhez. Sőt, a pesti hídfő védelmének kiépítése 1944 nyarán a hadiakadémia 3. évfolyamának is feladata volt. A vezérkari vizsgára készülő századosok már ekkor kijelölték a hídfőt védő erősítések pontos helyét. A védőöveket és tüzérségi állásokat 4 hadosztály részére tervezték. Az építés során felhasználták ezeket a terveket is.

A kivitelezési munkákban részt vett a szlovák műszaki hadosztály 3000 katonája, a Budapestről kivezényelt zsidó munkaszolgálatosok (30000 fő) és a környékbeli, szintén kivezényelt civil lakosság. A három részre tagozódó védelmi rendszer november elejére elkészült. A szovjet csaptok novemberi megjelenése után is tovább folyt a védelmi állások építése és erősítése. (November 11-én is még 28000 fő dolgozott az állásokon.)

Az építési munkák során harckocsi árkokat, gyalogsági állásrendszereket, tüzérségi állásokat készítettek, illetve a már korábban kiépített légvédelmi ütegeket is integrálták a védelmi állásokba.

A védelmi rendszer lényegét a harckocsi árkok jelentették. Ezek folyamatosan kiépített 5-6 m széles és sokszor akár 10 m mély árkok voltak, melyeknek a szovjet tankok előretörését kellett volna meggátolniuk, mivel ezek az árkok túl nagy akadályt jelentettek a tankoknak. Egyszerűen bele estek és nem tudtak belőle kimászni. A harckocsi árkok kiásása kézi erővel történt, mert a németek rendelkezésére álló árokkászó gépek csak 1 m mélységig tudtak leásni.

Önmagában a kiásott harckocsi árkok nem jelentettek védelmet, mert a szovjet műszaki alakulatok könnyen tudtak hidat verni rajtuk, ezért a harckocsi árkok védelmére azok mögött nem túl távol gyalogsági lövészárk rendszerek, illetve kiépített tüzérségi és légvédelmi állások helyezkedtek el. Ezekből az állásokból lehetett tűz alatt tartani a harckocsi árkok környezetét, ezzel gátolva, hogy ott a szovjet műszakiak hidat tudjanak építeni.

A harckocsi árkok építésénél igyekeztek kihasználni a terep adottságait, ahol lehetséges volt. A patakok természetes medreit is átalakították meredekebb esésűvé, így ezek is a védelmi rendszer részét képezték. Sokszor aknamezők is szegélyezték az árokrendszert, sőt egyes esetekben a patakok alját is elaknásították (pl. Rákos-patak).

4. ábra

Harckocsi árok a magyar erősítési utasítás szerint

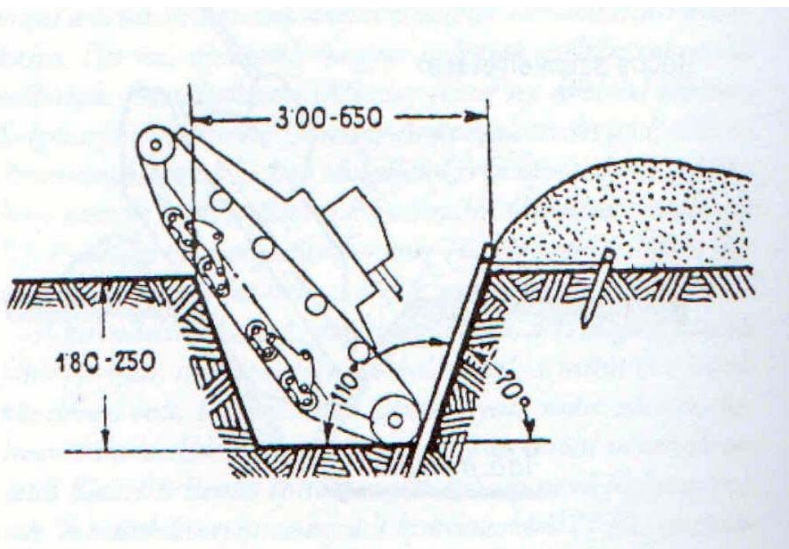


Figure 4: Anti-tank dike in a Hungarian military regulation

Az Attila-vonal áttörése

November elején a szovjet csapatok felzárkóztak az Attila I. vonal külső részére, majd Soroksár és Vecsés térségében sikerült áttörniük azt, de minden további támadásuk kudarcba fulladt. Később a német csapatok visszafoglalták elvesztett állásaikat és a védővonalat. Hasonlóan heves harcok dúltak Isaszeg és Maglód között is, de itt az elvesztett állások visszaszerzéséhez nem volt meg a szükséges erő. Végül a novemberi támadássorozatot leállították, súlyos veszteségeket szenvedtek a támadók és nem sikerült elfoglalniuk Budapestet. December 20-án Malinovszkij ismét elrendelte a támadást és 3 napot adott csapatainak a főváros elfoglalására, de a támadók csak a főváros bekerítése után kerültek előnyösebb helyzetbe (december 24.). Végül a várost csak 50 napos kemény ostrom árán tudták elfoglalni.

A németeket a novemberi támadás felkészületlenül érte, nem állt a rendelkezésre a támadás elhárításához elégséges erő. A későbbiekben azonban folyamatosan küldték az erősítéseket Budapest előterének védelmére és a hídfő megszilárdult. Bár kénytelenek voltak a védelmi állásaik egy részét feladni, még a bekerítés napján is teljesen birtokukban volt az Attila III., és részben tartották még az Attila II. és az Attila I. állásait ezeket elsősorban Pest déli részeinél. A támadó csapatoknak bár sikerült elvágniuk a Budapesten védekező csapatokat, de ennek ellenére, komoly védelmi erőt kellett leküzdeniük.

A németek már a bekerítés előtt hozzáláttak a fővárosban belső védelmi vonalak kiépítéséhez. Ezek tulajdonképpen az Attila-vonal további belső félkör alakú gyűrűi voltak. Hat belső védelmi öv épült ki a fővároson belül. Ezek zömében barikádokból, szögesdrót akadályokból, harckocsi árkokból, harckocsi akadályokból és aknazárakból álltak. Az első, reteszállása volt az Attila III.-nak. A Rákos vasútállomásnál vált el az Attila III.-tól, és a Rákos-patak déli partja mentén egészen a Dunáig húzódott. A második vonal, félkört írt le és a Könyves Kálmán, a Hungária, továbbá a Róbert Károly körút vonalán épült ki. A harmadik ennek a reteszállása volt, arccal északnak. A Józsefvárosi- és a Keleti pályaudvar elágazásánál vált ki a másodikból és a Kerepesi útig a vasút, onnan az Aréna út, majd a Dráva utca vonalán húzódott a Dunáig. A negyedik ismét teljes félkört írt le és a Haller út, Orczy út, Fiumei út, Rottenbiller utca, Szinyei Merse utca, Ferdinánd híd, Csanády utca vonalában alakult ki. Az ötödik a Nagykörúton, a hatodik a Kiskörúton épült.

Ezeket a kiépült védőöveket egészítették ki a támpontszerűen kialakított sarokházak. Összesen 200 ilyen házat alakítottak ki a németek a városon belül. Ezeknek saját tűzrendszere volt, számtalan géppuska védte az épületeket és sokszor álcázott páncéltörő lövegek is a védelem részeit képezték. A főbb utakat elaknásították és harckocsi árkokat vagy barikádokat építettek, hogy meggátolják a szovjet tankok előretörését. A kiépült védelmi állásokat pedig páncéltörő ütegekkel fedezték.

Az így kiépült védelem áttörése hosszú és veszteséges ostromot eredményezett. A szovjet és román csapatok csak lépésről lépésre tudtak tért nyerni és minden egyes elfoglalt háztömbnél, vagy utcasornál azonnal felkészültek a védelemre, hogy elhárítsanak egy esetleges német ellentámadást. A német és magyar csapatok számtalan alkalommal hajtottak végre ellentámadásokat, mikor is sikerült visszaszerezniük rövidebb időre az elvesztett területeket.

1945 január elején a támadók áttörték az Attila III. vonalat az Új Köztemetőnél és Kőbánya felé törtek előre. Ettől kezdve a védelem már a fővároson belüli védelmi vonalakra támaszkodott. A Körvasút töltésén húzódó reteszállás jelentette az első komoly védelmi akadályt a támadóknak. A Pesti oldalt elestét azonban már csak elhúzni

lehetett meggátolni nem. Január 18-án kiürítik Pestet a németek, ezzel lezárul a főváros keleti oldalának ostroma.

Ismeretek az Attila-vonalról

Az Attila-vonalakkal kapcsolatos ismeretek sokáig egyetlen rövidke leírást jelentettek

„Az Attila-vonalat 1944. szept. 22-től építették ki. Szárnyaival a Dunára támaszkodott, összekötötte a Karola-vonalat a Margit-vonallal. Három védőövből állt. A külső Dunaharaszti - Vecsés - Ecser - Maglód - Valkó - Gödöllő - Szada - Veresegyház - Csomád - Alsógöd; a közbülső Soroksár - Soroksárpéteri - Pestszentimre - Pécel - Isaszeg - Kerepes - Mogyoród - Fót - Dunakeszi; a belső (az Attila-vonal-III.) az akkori peremvárosok: Csepel - Pestszenterzsébet - Pestszentlőrinc - Rákoskeresztúr - Rákoscsaba - Cinkota - Rákosszentmihály - Rákospalota - Újpest külső szélén húzódott. A budai oldalra nem terjedt ki. Nem épült ki teljesen, katona, idő, technikai eszköz és fegyver hiányában.”

Ez a leírás jelentette az egyetlen kapaszkodót a történészek számára, akik foglalkoztak valamilyen szinten a témával. Többen is próbálkoztak, hogy térképen ábrázolják a vonalak futását, de ugyanennek a leírásnak az alapján eltérő térképek születtek, ugyanis a leírás nem ad segítséget a vonal konkrét helyének rekonstruálása.

Megoldást jelenthetne, ha fennmaradtak volna az építés dokumentumai (tervek, erősítési vázlatok utasítások). Sajnos a világháborúban megsemmisült mindennemű dokumentáció. A legbővebbnek tekinthető források is csak pár mondatos említés szinten adnak felvilágosítást az Attila-vonalról. A korabeli írásos forrásokra támaszkodó rekonstrukció ezért lehetetlen.

A másik fő forrás lehetne a korabeli légifelvételek. Mind a német repülők, mind a szovjet felderítőgépek százával készítették felvételeket. (A magyar légierő maradványa ekkor már nem képviselt számottevő erőt.) A probléma a felvételekkel kapcsolatban az, hogy a kutatásoknak jelentős anyagi vonzatuk lenne. A Budapestről készült német légi-felvételeket az amerikai hadsereg hadizsákmányként elvitte és jelenleg a washingtoni Kongresszusi Könyvtárban őrzik. A szovjet csapatok által készített felvételek helye rejtély, kutatásuk pedig jelenleg is lehetetlen.

Ezek alapján nem csoda, hogy az elmúlt 60 évben a történészek nem tudtak előbbre lépni az Attila-vonallal kapcsolatban, holott számtalan könyv, tanulmány és publikáció született a Budapest körüli harcokról és a főváros ostromáról.

Az objektumrekonstrukció forrásai

A korabeli források vagy megsemmisültek, vagy nem hozzáférhetők. Ezért olyan forrást kellett választani, mely a lehető legközelebbi időben a harcokhoz, mégis mérhető és objektív képet ad a védelmi vonalokról, annak rekonstruálásához. A választás az 1950-es évek elején végrehajtott gyorsfelmérés légifelvételeire esett. Ez volt a háború utáni Magyarország első országos katonai feltérképezése. Ennek során a korábbi sztereografikus rendszerű térképszelvényeket légifelvételek alapján helyesbítették, új Gauss-Krüger vetületi rendszerben és szelvényezésben átdolgozták. A felvételeket 1951 és 1952-ben készítették. (Ezeket a felvételeket jelenleg a Hadtörténeti Múzeum Térképtára őrzi.)

Ezek a legkorábbi Magyarországon fellelhető légifelvételek. Az újjáépítés csak 1950-ben zárult le. Ám az Attila-vonal harcokosi és lövészárkai külterületeken futottak, ezért a védelmi objektumok többsége 1950 körül még fellelhető volt a Budapest körüli területeken. Kivételt csak azok a térségek képeztek, ami mezőgazdasági művelés alatt

állt, illetve ahol a közlekedést zavarta az árkok megléte. Ezeken a részeken a lehető leggyorsabban betemették az árkokat.

A felvételek képméretaránya rendkívül változó. Előfordulnak olyan területek ahol 1.5000 légifelvételek is készültek, itt a lövészárkok cikk-cakk vonala jól felismerhető, de a felvételek többsége 1:25000 és 1:30000 képméretarány közöttiek. Az eltérő képméretarányon kívül további problémát jelent a felvételek változó minősége. Sokszor előhívási hibák miatt rosszak a felvételek, ez nehezíti a kiértékelést.

A felvételek kiértékelésénél elsősorban a harcokosi árkokat lehet jól interpretálni. A képméretarány miatt ezek látszanak markánsan a terepen és szögletes futásuk miatt látható, hogy mesterséges létesítményről van szó. A lövészárkok esetében a kiértékelésnél a problémát az egyes árkok kis szélessége jelenti. A felvételek többségén csak nagyon nehezen észrevehetők. Egy 1:25000 képméretarányú felvételen az 1 m szélességet nem meghaladó lövészárkok kiértékelése rendkívül nehéz.

A különböző árok jellegű létesítményeken túl számtalan föld, fa bunker, légvédelmi állás és egyéb létesítmény épült ki. Ezek egy része az Attila-vonaltól függetlenül épült Budapest légvédelmi rendszerébe, de Budapest védelme során az Attila-vonal építésénél is felhasználták a már meglévő állásokat. Ezeknek az objektumoknak a közös jellemzője, hogy nagyon kis kiterjedésűek, sok esetben nem haladja meg az egyes bunkerek átmérője a 4 métert sem. Ráadásul a háború alatt is igyekeztek álcázni ezeket, hogy ne nyújtsanak könnyű célpontot a repülőknél. A világháború után pedig sokszor teljesen benőtte ezek környezetét a bozót. Szántóföldeknel egyszerűen kikerülték a traktorokkal a bunkerokat, mert lebontani költséges lett volna. Az így körbeszántottakat viszont hamar benőtte a növényzet és ez eltakarta a légifelvételeken. (A gyorsfelmérés képei zömmel lombos időszakban készültek, így a növényzet sok fontos létesítményt eltakart.)

Ezért bunkert légifelvétel segítségével egyetlen egyszer sem sikerült találni. Légvédelmi állást viszont igen, de ezek lényegesen nagyobb kiterjedésűek voltak és nagyon jellegzetes az alakjuk. Többnyire hat, vagy nyolcszög alakban települtek a légvédelmi ütegek. Az egyes ütegeknek kiépített gödrök átmérője esetenként a 30 métert is elérhetik. Ezért ezek, mind nagyságuk, mind jellegzetes alakjuk miatt könnyen kiértékelhetők.

Ráadásul ezek a felvételek csak analóg formában állnak rendelkezésre és a nagyító az egyetlen eszköz, mellyel további részleteket lehet felfedezni a képen. A kiértékelés ezért rendkívül lassú és sok időt igénylő. Egy-egy területről sokszor tucatnyi felvétel is készült hasonló időszakból, de nem ritka, hogy az egyes felvételek között is van különbség, holott ugyanabban az évben készültek. A mezőgazdasági művelés miatt egyre több és több területen temették be a meglévő árkokat. Ezért minél korábban készült a felvétel annál több információt hordozhat az Attila vonalról. Az 1953-54-es felvételeken már szinte teljesen eltűnnek az egykori harcokosi árkok nyomai.

A légifelvételek bár objektív és mérhető képet adnak az egyes védelmi létesítményekről, mégis felhasználásuk nem elég az Attila-vonalak teljes rekonstrukciójához. Két okból kell még más forrást is használni. Egyrészt a felvételek készítésének időpontjában bár a létesítmények zöme még létezett sok helyen azonban már betemették az árkokat. Így nem interpretálhatók a felvételek alapján. Másodszor bizonyos jellegű objektumok a légifelvételek képméretaránya miatt nem kiértékelhetők (pl. bunkerok). Bizonyos esetekben nem eldönthető csak a felvételek alapján, hogy az egyes létesítmények a háború alatt szolgáltak e védelmi funkciót. Ilyen létesítmények a patakok és a csatornák medrei.

A bizonytalansági tényezők miatt szükséges másodlagos forrásokat is használni. Ezek a másodlagos források két csoportra bonthatók. Az első a háborúban résztvevők, vagy azt átélők visszaemlékezései. Ez lehet írásbeli, vagy szóbeli.

A visszaemlékezések előnye, hogy egy-egy kis térségről nagyon részletes leírást adhat, sok olyan információval, mely a felvételekből nem kideríthető. (Például hol voltak beásott útegek, földbunkerok, milyen csapatok harcoltak a térségben ... stb.) A hátrányuk viszont az, hogy a pontosságukkal kapcsolatban mindig élni kell forráskritikával. Nem egy esetben előfordult, hogy visszaemlékezők olyan csapatokat említettek, melyek szerintük részt vettek a harcokban, azonban a valóságban sok száz kilométerre voltak Budapeستől.

A visszaemlékezések további hátránya, hogy csupán mozaikszerű kép kapható belőlük, ugyanis a szemtanúk zömmel csak egy nagyon kis területen belül mozogtak és nem volt rálátásuk a távolabbiakra. Igaz ez a katonákra és a civilekre egyaránt. Nincs a levéltárban olyan katonai vezető visszaemlékezése, aki pontosan dokumentálva, vagy legalább vázlatosan is kitérne az Attila-vonalra és építésére. A visszaemlékezésekben zömében csupán olyan szinten fordul elő a védelmi rendszer, hogy a harcok alatt az adott alakulat hol helyezkedett el és milyen volt a térségében lévő védelmi rendszer. A civilek visszaemlékezése még ennél is szűkszavúbb. Csupán néhány mondatban tesznek említést harckocsi árkokról, bunkerokról, de mégis ezek nagyon fontos többletinformációk.

A visszaemlékezéseken kívül a helyszíni terepbejárás a másik fontos másodlagos forrás. A terepbejárás többnyire valamilyen ismeret alapján történik célzottan. Megmaradt lövészárkok maradványokat, bunkerokat és esetleg harckocsi árok részeket próbálunk felkutatni. Sokszor szemtanúk beszámolója alapján. Eddigi terepbejárásaink alapján sikerült féltucatnyi bunkert találni a pesti oldalon. Számtalan lövészárkok maradványt leltünk fel, mely a nem szakavatottnak fel sem tűnne. Néhány helyen harckocsi árok maradványt is sikerült felfedezni. A felderített állásmaradványokról manuálét készítünk és GPS segítségével megmérjük a jellemzőbb pontjait (bunkerokban a sarkokat, lövészárkokban a kezdő és a végpontot).

Mind a lövészárkok, mind a bunkerok felkutatása nagyon fontos, mert a korábban már részletezett okokból a légifelvételekből nem, vagy csak nehezen megállapíthatók. A Budapesten belüli védelmi létesítmények esetében a légifelvételek sajnos nem használhatók. Egyrészt a képméretarányok nem tennék lehetővé, hogy egy utcát átszelő harckocsi árkot lokalizálni lehessen, másrészt a városon belüli árkokat és erősítéseket az ostrom után roham gyorsasággal tüntették el. Így már 1945 telére sem igen maradt belterületen olyan rész, ahol a barikádok, vagy harckocsi torlaszok megmaradtak volna. Itt a rekonstrukcióra a levéltári források mellett a visszaemlékezésekre lehet még támaszkodni.

Ellentétben az Attila-vonalakkal a külterületeken zömmel csak a katonák visszaemlékezései nyújtanak támpontot a védelmi rendszerhez, miután nem volt civil lakosság a külterületen. Budapesten belül azonban a helyzet pont fordított. A civilek visszaemlékezéseinek száma nagyságrenddel meghaladja a katonákét. Több százra tehető a leírások száma, melyek nagyon sok hasznos adatot nyújtanak a városon belüli védelmi rendszerről.

A Budapesten belüli védelemről maradt fent több levéltári anyag is. Számos egység hadinaplója is átvészelte az ostromot, nem is beszélve a román csapatok megmaradt hadinaplójáról. (A szovjet egységeknek is megmaradtak a feljegyzései, de nem hozzáférhetők.)

5. ábra

Harckocsi árok maradványa Soroksár külterületén



Figure 5: Anti-tank dike remains near Soroksár

ArcView alkalmazása a védelem bemutatására

Az elsődleges és másodlagos források felhasználásával sikerült rekonstruálni az Attila-vonalakat a korábbiaknál sokkal nagyobb pontossággal és részletességgel. A védelmi rendszerek térbeli elterjedése és a hozzájuk kapcsolódó adatok miatt egy térinformatikai rendszer keretén belül tűnt célszerűnek az Attila-vonal bemutatása. A fejlett grafikai megjelenítési lehetőségei miatt esett a választás az ESRI ArcView 3.x termékére.

A kutatások új eredményeket hoztak az Attila-vonallal kapcsolatban. A vonalak futásának pontos meghatározásán túl megcáfolva a korábbi feltételezéseket, új eredmények is születtek. Kiderült, hogy csupán az Attila I. és az Attila III. épült ki teljes félkör alakban a Dunára támaszkodva. Az Attila II. részben került kiépítésre és Maglód térségében csatlakozott az Attila I. vonalba. Az Attila I. és III. vonalban épültek harckocsi árkok, az Attila II.-ben csak gyalogsági állásokat találtunk.

A kutatások során feltárt védelmi vonalak bemutatásához, azonban ki kellett alakítani egy háttér térképet, ami lehetőség szerint a korabeli állapotokat tükrözi. Ez a háború előtt a Magyar Királyi Honvédség által készített 1:25000 méretarányú sztereografikus vetületű szelvényeinek digitalizálásával készült. Ez adta az alapot a vízrajzhoz és a domborzatrajzhoz. A budapesti térképszelvények viszont az 1930-as évek közepén készültek el és a fedettségi viszonyok jelentősen megváltoztak 1944-re.

Ezért a változásokat, illetve Budapest közúthálózatát korabeli várostérképek felhasználásával készítettük.

Ez a térképi állomány vektoros formában áll rendelkezésre. Alapvetően Mihályi Balázs diplomamunkájához készült a térkép, mely Budapest ostromát mutatja be. A vektoros térkép jó alapot biztosít az Attila vonalak bemutatásához is, *.dxf formátumban layerenként exportálva az ArcView képes beolvasni és megjeleníteni. A térinformatikai programba történő beolvasás előtt még el kellett dönteni, hogy milyen vetületi rendszerben készüljön el. A grafikus program, mellyel eredetileg készült a térképi állomány ugyanis nem képes értelmezni és kezelni vetületi információkat. Ezeket külön kellett megadni.

6. ábra

Az Attila-vonal rekonstrukciója

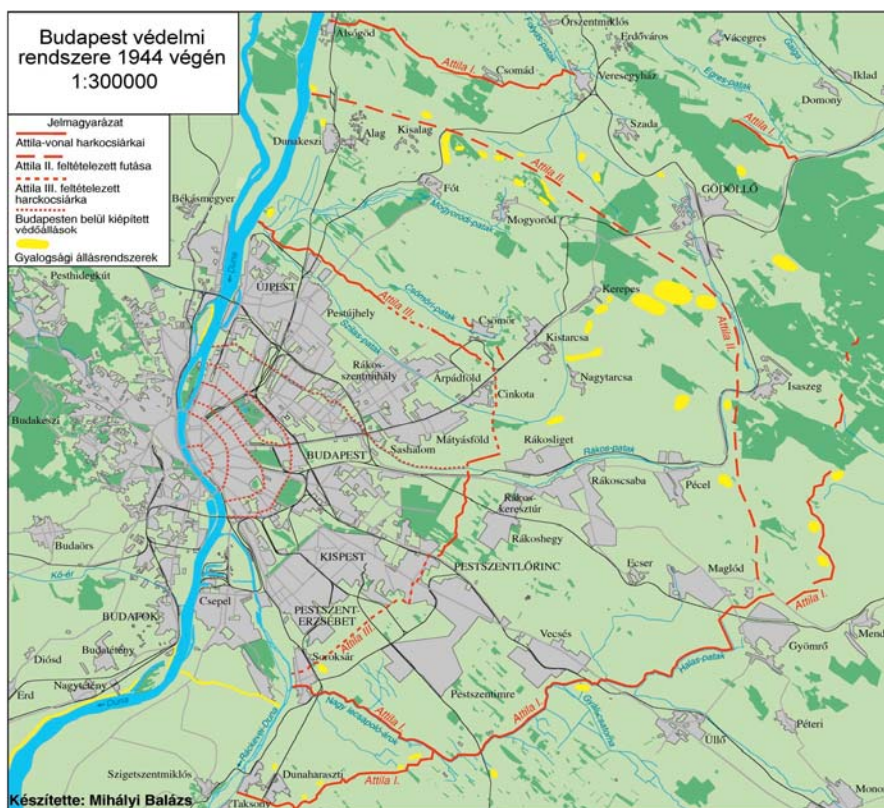


Figure 6: The reconstruction of Attila-line

Bp. védelmi rendszere 1944 végén: The defence system of Budapest in 1944(1), Jelmagyarázat: Legend(2), Az Attila-vonal harcocsi árka: Anti-tank dikes of Attila-line(3), Az Attila II. feltételezett futása: The hypthetica Attila II. line(4), Az Attila III. feltételezett harcocsi árka: The hypothetical anti-tank dikes of Attila III.(5), Budapesten belül kiépített védőállások: Defence lines in the city(6), Gyalogsági állásrendszerek: Rifles defence system(7)

Az EOVS vetületi rendszer alkalmazása tűnt a legcélszerűbbnek, egyrészt igazodva ezzel a mai polgári térképészeti és földmérési gyakorlathoz másrészt megkönnyítve ezzel minden további mért adat beillesztését (pl. GPS-sel a terepi adatgyűjtés során mért adatok), melyet már nem a régi sztereografikus rendszerben, hanem EOVS koordinátákkal adunk meg. A vetületi rendszer és a méretarány beállításához referenciapontokat használtunk és Microstation környezetben végeztük el az egyes *.dxf fájloknak a vetületi transzformációját. A már EOVS rendszerben lévő *.dxf állományokat ezután olvastattuk be az ArcView-ba, ahol így vektoros formában rendelkezésre áll egy teljes Budapestet és környékét bemutató állomány, domborzat és síkrajzzal.

2. táblázat

A környezeti rekonstrukció elemei

Objektum osztály(1)	Objektum típus(2)	Geometriai reprezentáció(3)	Megjelenítési méretarány(4)
Művelési ágak	Országhatár	felület	mindig látszik
	Gyümölcsös	felület	M=1:300000-től
	Erdő	felület	M=1:300000-ig
Vizek	Folyók	vonal	mindig látszik
	Balaton	felület	M=1:300000-től
	Mocsár	felület	
	Duna	felület	
	Duna sziget	felület	
	Patak	vonal	
	Víznév	vonal	
Közlekedés	Főút	vonal	M=1:300000-től
	Kis főút	vonal	
	Mellékút	vonal	
	Földút	vonal	
	Vasút	vonal	
	Utcánév	vonal	
Belterület	Városok	pont	M=1:300000-ig
	Lakóterület	felület	M=1:300000-től
	Ipari terület	felület	
	Temető	felület	
	Településnév	vonal	
Domborzat	Domborzat	vonal	M=1:300000-től
	Hegynév	vonal	

Table 2: The environmental reconstruction objects

Object class(1), Object(2), Geometric representation(3), Display scale(4)

A térinformatikai rendszerben rendelkezésre álló alaptérképhez ezután hozzáillesztettük az Attila-vonal objektumait. A légifelvételeken kiválasztottuk a jellemzőbb pontokat (pl. útkereszteződések, épületsarkok) és ezeket használtuk az illesztéshez. A problémát ebben az esetben az jelentette, hogy nagy volt az időbeni különbség a térképek és a

légifelvételek között. Így sokszor nagyon nehéz volt külterületen találni olyan illesztő pontokat, melyek egyértelműen azonosíthatók, mind a térképen, mind a fotón. A dűlőutak ugyanis jelentősen megváltoztak a növényzettel egyetemben.

Az illesztő pontok kijelölése után a harckocsi-, lövészárkokat, légvédelmi állásokat digitalizáltuk, majd *.dxf formátumban exportálva megjelenítettük ArcView-ban. Itt az egyes árokszakaszokhoz leíró grafikus és szöveges információkat csatoltunk. Egy objektumhoz akár többet is. A leírások vonatkozhatnak az árok építésére, illetve arra, hogy milyen csapatok védekeztek itt és hogy ezt milyen sikerrel tették. A harcok menetén túl számos korabeli és mai (a helyszíni adatgyűjtés során készített) felvételt csatoltunk.

A bunkerekről szintén elérhetők mai fényképek és korabeli erődítési vázlatok, illetve azok szöveges utasítási, hogy hogyan kell építeni különböző típusú bunkereket és ezeknek milyeneknek kell lenniük. A légvédelmi ütegeknél hasonló jellegű információk találhatóak, kiegészítve az ott szolgáló alakulatok számával, esetleg leírásával. Az egyes objektumokon túl fontos ismerni a hadműveletek főbb irányait és időpontjait. Ezért mind a támadások, mind az ellentámadások nyilakkal bemutatásra kerülnek. A nyilaknál rövid szöveges leírás kapható a hadművelet céljáról, időpontjáról, az abban résztvevő csapatokról és a konkrét harcokról.

3. táblázat

Az objektum rekonstrukció elemei

Osztály(1)	Objektum típus(2)	Geometriai reprezentáció (3)	Jellemző attribútumok(5)	Megjelenítési méretarány(4)
Tábori erődítési elemek	Erődített vonalak	vonat	Név, építési idő	M=1:300000-tól
	Harckocsi árok	vonat	Szél., Mély., Ép. Idő, harc csap., Időszak, megbízhatóság	M=1:300000-ig
	Gyalogsági árok	felület	Szél., Mély., Ép. Idő, harc csap., Időszak, megbízhatóság	
	Állások	felület	Típus, szél., Mély., Megbízhatóság	
Kiegészítő objektumok	Harcokkal kapcs. egyéb objektumok	felület	Típus, név, cím, megbízhatóság	M=1:10000-ig
	Link ikon	felület	-	
	GPS pontok	pont	-	M=1:300000-ig
	Roncsok	pont	Típus, név, cím, megbízhatóság	
	Egyéb	felület	Típus •	

Table 3: The military object reconstruction objects

See table 2(1-4), Typical attributes(5)

4. táblázat

Az eseményrekonstrukció elemei

Objektum osztály(1)	Objektum típus(2)	Geometriai reprezentáció (3)	Jellemző attribútumok(5)	Megjelenítési méretarány(4)
Esemény objektumok	Nagy hadmozdulatok	felület	Időpont, csap., terv. Cél, eredmény, forrás	M=1:300000 -tól
	Részletes hadmozdulatok	felület	Időpont, csap., terv. Cél, eredmény, forrás	M=1:300000 -ig
	Frontvonalak	vonál	Időpont	
	Alakulatok	pont	Megnevezés	
Kiegészítő objektumok	Egyéb események	pont	Típus, időpont	M=1:10000-ig
	Link ikon	felület	-	

Table 4: The event reconstruction objects

See table 3(1-5)

További tervek

A Budapestet és az Attila-vonalakat mutató állományt egy országos rendszerbe illesztettük be, mely szintén EOVS vetületi rendszerű és az 1944-es Magyarországot ábrázolja. A térinformatikai keretrendszerben Magyarország második világháború erősítéseit kívánjuk feldolgozni. Egyelőre a Kárpátokban található Árpád-vonal készült el, illetve az Attila-vonal van készülöben. A tervek szerint a Margit-vonal feldolgozása lesz a következő lépés.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Készült az OTKA T043276 szerződés keretében.

IRODALOM

- Detrekői Á., Szabó Gy. (2002). Bevezetés a térinformatikába. Budapest.
- Kozma E., Héjja I., Stefancsik F. (1993). Katonaföldrajzi kézikönyv, Zrínyi Kiadó, Budapest.
- Schmoll E. (1930). Haditechnikai alapismeretek. II. kötet Budapest.
- Tóth S. (1975). Budapest felszabadítása 1944-45. Budapest.
- Ungváry K. (2001). Budapest ostroma. Budapest.
- Mihályi B. (2002). Budapest ostromának (1944-45) kartográfiai feldolgozása (diplomamunka) Budapest.
- Juhász A. (1998). A közelmúlt eseményeinek és objektumainak vizsgálata, rekonstrukciója távérzékelés és térinformatika segítségével. *BME, TDK pályázat*, Budapest.
- Juhász A., Mihályi B. (2003). Budapest védelmi vonalainak rekonstrukciója (1944) *Geodézia és Kartográfia*, Budapest, 6.

Levelezési cím (*corresponding authors*):

Mihályi Balázs

MTA SZTAKI Operáció Kutatás és Döntési Rendszerek Osztály

1111 Budapest, Lágymányosi u. 11.

HAS-TUB Geoinformation Research Group

H-1111 Budapest, Lágymányosi u. 11.

Tel.: +36-20-432 7923, fax: +36-1-209 5267

E-mail: mihalyi@oplab.sztaki.hu



Mobil eszközzel is elérhető térinformatikai és egyéb adatbázisok fejlesztése

Busznyák J.

Veszprémi Egyetem, Georgikon, Mezőgazdaságtudományi Kar,
Statisztika és Informatika Tanszék, Informatika Csoport, Keszthely, 8360 Deák F. u. 57.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az információs technológiák rohamos fejlődése folyamatos kihívást jelent az adatellátás számára is. Az adatokat fogadni képes mobilkommunikációs eszközök fejlődése és széleskörű elterjedése (hordozható számítógépek, mobiltelefonok, GPS eszközök...) feltételezi egy olyan szolgáltatórendszer működését, amely képes kiszolgálni az adatra „éhes” felhasználókat. Adatbázisba kell szervezni a teljesen eltérő formátumban rendelkezésre álló adatainkat, és standard hozzáférési lehetőséget kell teremteni a soktétű felhasználói bázis részére. A felhasználónak tetszőleges kliens eszközzel (példáinkban: mobiltelefon, tenyérgep, hordozható számítógép, asztali számítógép) el kell tudni érnie az információkat. Két irányból közelítettünk a feladat megoldása felé. Kutatási programunkban vizsgáltuk az információellátás lehetőségeit médiaszerver segítségével, illetve térképszerver használatával. Mindkét területen az informatikai eszközök (hardver, szoftver) olyan dinamikus fejlődése zajlik napjainkban, amely kikényszeríti a hagyományos informatikai és egyéb struktúrák teljes átalakulását. Szemléletváltozást indukál minden olyan helyen, ahol a nagy sávsebességű, multimédia eszközökkel ellátott mobiltelefonia, a GPS helymeghatározás vagy más korszerű mobil technológia meghonosodik. Az előadásban részletesen kifejtésre kerülnek a Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Karán létrehozott térinformatikai és multimédia szerver mobil és egyéb szolgáltatásai, valamint a témával kapcsolatos kutatási eredmények. Nagy figyelmet fordítunk a kutatási eredmények azonnali bevonására az egyetemi oktatásba, amit segítenek a már elkészült távoktatási tananyagok is. (Kulcsszavak: térinformatika, adatbázisok fejlesztése, mobil eszköz)

ABSTRACT

The Development of Geographical Information System and Other Databases Accessable through Mobile Equipments as well

J. Busznyák

University of Veszprém, Georgikon Faculty of Agriculture
Department of Statistics and Information Technology, Keszthely, H-8360 Deak F. St. 57.

The rapid development of Information Technology is a constant challenge to data supply. The development and spread of mobile equipment capable of data collection (portable coputers, mobile phones, GPS equipments etc.) need a service system which can satisfy the users hungry for data. Data in different formats are to be organised into a database, and a standard method of access is to be ensured for user groups with different demand. Users should be able to access information with the help of any kind of equipment (mobile phone, palmtop, portable computer or desktop). There have been 2 different approaches to the

problem. In our research program, the possibilities of information supply with the help of media server, and that of a mapserver have been examined. In both areas, the development of IT equipments (hardware, software) is so rapid nowadays that it forces traditional IT and other structures to change. This enforces changes in viewpoints in every field where wide band multimedia equipment telephoning, GPS positioning or any other up to date technology is used. In this presentation we will introduce the Geographical Information Technology and multimedia server developed by the University of Veszprém, Georgikon Faculty of Agriculture. We will present the research results obtained in the topic. Great attention is paid to the application of research results in our university instruction as soon as possible, which is supported by our already existing e-learning materials.

(Keywords: Geographical Information System, databases, equipments)

ELŐTÖRTÉNET

A Georgikon Kar informatikai struktúrájának átalakítása során (2001. évben) megfogalmazódott az igény a korszerű informatikai szolgáltatások (térinformatika, mobilkommunikáció, képfeldolgozás) kiépítésére. Ezt az igényt szolgálja ki a 2003 őszén átadott Vizuális informatikai Labor.

A labor kialakításához, szoftver és hardver felszereléséhez a tanszék dolgozóinak sokszor valóban „kétkezi” munkája mellett több kutatási program és ezen időszakban elnyert pályázat nyújtott segítséget.

Szabályozási Alternatívák a Diffúz Foszfor Terhelés Csökkentésére a Balaton Vízugyűjtőjén NKFP3/024/2001 „Intelligens vízugyűjtő projekt”

A projekt céljai

- Az eróziós folyamatok, a talaj és foszfor lemosódás eddig nem ismert részleteinek a tisztázása
- Az alapkutatási eredmények felhasználásával és a Balaton foszfor terhelését meghatározó tényezőkről rendelkezésre álló adatbázisok integrálásával létrehozni egy önálló "Balaton vízugyűjtő" adatbázist, aminek több szintje, felhasználói köre és célja:
 - oktatás és ismeretterjesztés,
 - eszköze a foszfor terhelés szabályozásában érintett és érdekelt valamennyi magánszemély, szervezet és vállalkozás közötti kommunikációnak és
 - lehetővé teszi a kutatási eredmények bemutatását is egy későbbi, a teljes vízugyűjtőre kiterjedő valós idejű foszfor terhelési modell megalkotásának igényével.
 - Tájspecifikus, környezetbarát gazdálkodás szaktanácsadói rendszerének fejlesztése

<http://www.georgikon.hu/nkfp>

IKTA-00112/2000 Valóság-hű 3D terepi modell

A projekt céljai

- -Háromdimenziós DTM alapú vizuális alaprendszer létrehozása szimulációs vizsgálatokhoz a EOTR szelvényezés alapján.
- -Környezetileg érzékeny területek lehatárolása.
- -Kedvezőtlen adottságú teszterületek meghatározása.
- -Ökológiai 3D szimulációs modellek elkészítése.
- -Szimulációs eljárások végrehajtása.
- -Elért eredmények beville a gyakorlati szakemberképzésbe.

<http://www.georgikon.hu/digkep/ikta112.htm>

IST-2001-32595 Wireless supporting of agricultural and forestry information systems–extensionTrials IST5 WirelessInfo Project

A projekt céljai

- -A mobilkommunikációs kutatások legújabb eredményeinek a napi gyakorlatba ültetése a vízgazdálkodás erdőgazdálkodás, a mezőgazdaság területén.
- -A GIS lehetőségeinek kiterjesztése a mobilkommunikációs eszközök irányába (GMS, GPRS).
- -Az open GIS, és a kommunikációs lehetőségek (XML, GML, WML, XHTML) széles körű felhasználása.

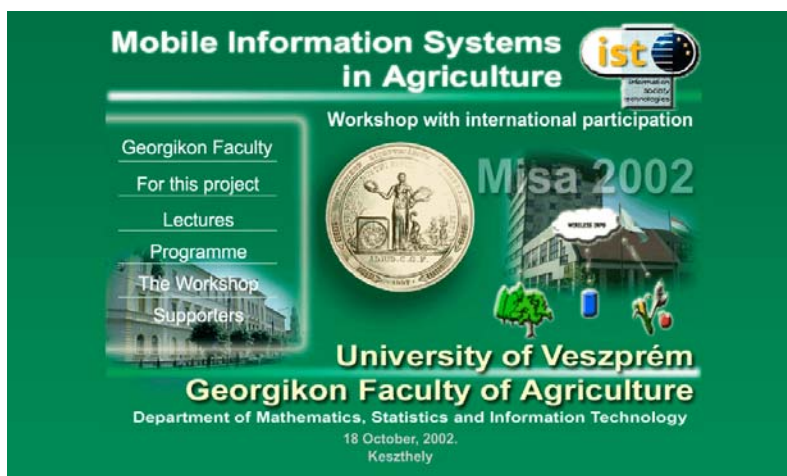
A program hivatalos oldala: <http://www.wirelessinfo.cz>

Információk a kutatási programról: <http://www.georgikon.hu/digkep/ist5.htm>

A támában rendezett MISA2002 (Mobile Information Systems in Agriculture) Workshop anyagainak elérhetősége: <http://193.224.81.33/misa2002/index.htm>

Figure 1

MISA 2002 Workshop nyitólapja



1. ábra: The First Page of MISA 2002 Workshop

ITEM-28/2002 Multimédia alapú, multifunkcionális informatikai oktatási és kutatási anyagok fejlesztése

A projekt céljai

- A multifunkcionális informatikai fejlesztések teljes körű elemeinek megnevezése, szabványainak, leírásainak fejlesztéshez köthető meghatározása és kezelése.
- Multifunkcionális felépítésű, interaktív (oktatási) anyagok kidolgozása.
- A kidolgozott tananyagok laboratóriumi körülmények között történő ellenőrzése.
- Integrált oktatási és ismeretátadási anyagok kivitelezése egyszerű fejlesztői eszközök alkalmazásával.
- MediaServer alapú információ átadás fejlesztése

<http://www.georgikon.hu/digkep/kutat.htm>

GEORGIKON TÉRKÉPSZERVER

Hardver feltételek

Szerverek

Evo W6000 2.4GHz Xeon dualproc.+2dbP1220 22" monitor 2db
nVIDIA Quadro4 750XGL, 2db 30 GB Ultra320 SCSI Hard Drive

Munkaállomások

D51C/P253/40/k/256c+V7550 17" monitor 6db
512Mb DDR266
Hordozható számítógép, dokkolóval
Compaq N800C P41800 15 SXGaA 60 GB 6db

Kiegészítő eszközök

Dia-és filmszkennер, video digitalizáló, HP ScanJet 7450C Scanner,
HP LaserJet 2200 DTN projektor, Canon IR 2200 R digit. Fénymásoló...

Mindezen eszközök az egyetem belső hálózatába integrálva, tartományba szervezve működnek.

Szoftver megvalósítás

ESRI térinformatikai szoftverrendszer

ArcIMS 4.0.1

A License Manager által biztosított szoftverek

Néhány példa:	ArcINFO	25 licenz
	ArcMap Server	25 licenz
	ArcPress	25 licenz
	ArcScan	25 licenz
	ArcSDE	1 licenz
	Editor	25 licenz
	Publisher	25 licenz
	StreetMap	25 licenz
	Viewer	25 licenz

További rendelkezésre álló szoftverek

...	ArcPad 6.0.2
	MapObjects 2.2

Technikai okok miatt külön szervert kell üzemeltetni az ArcIMS és az ArcGIS 8.3 License Manager számára. Az ArcIMS telepítése és üzemeltetése során további technikai problémák is felmerültek. Az ArcIMS 4.0.1 verziója nem működött együtt az Windows Server 2003 IIS 6-ot (Internet Information Server) tartalmazó operációs rendszerrel, így kénytelenek voltunk IIS 5 üzemmódra visszaállítani legalább addig, amíg a szoftver gyártója megalkotja az új verziót. A szoftver használata során is többször ütköztünk kompatibilitási problémákba, de alapvetően kielégítette igényeinket a tag funkcionalitása.

Egyéb feltételek megteremtése

További komoly probléma, hogy Magyarországon még oktatási célokra is nagyon nehéz térképes adatokhoz hozzájutni. Szerverünk feltöltése így viszonylag lassan halad, az Internetes publikálás pedig, bizonyos esetekben nem is lehetséges. Jelenleg szerverünk 1:10000-es, illetve 1:100000 méretarányú topográfiai térképeket szolgáltat, és

feldolgozott KSH és talajvizsgálati adatokat a Balaton vízgyűjtőjére. A vízgyűjtő bizonyos részterületeire további szolgáltatásokat nyújt (domborzat, légifotók, talajtérképek...).

A térképszerver szolgáltatásai

Balaton vízgyűjtő topográfiai térképe: 1:100000

Balaton vízgyűjtő topográfiai térképe: 1:10000

Általános mezőgazdasági összeírás adatai községhatárosan /KSH adatok feldolgozása/

Víziterv 1980-as eróziós tanulmánya

Részvízgyűjtők (talajvizsgálati pontok, feldolgozott térképek)

- Örvényesi Séd
- Tetves patak
- Zala, Zalaapáti felett

Mintavízgyűjtők (légifotók, talajmintavételi pontok adatokkal)

- Nagyhorváti
- Tagyon
- Somogybabod

Pontszerű talajvizsgálati adatok tárháza a vízgyűjtőről

Talajtérképek a vízgyűjtőre

Mintaalkalmazás az ArcIMS szeveren (topográfiai térkép)

A szerver pillanatnyilag (2004.05.15.) elérhető a <http://www.georgikon.hu/nkfp> webhelyről. A 3. ábrán a vízgyűjtő körvonala a Balatonnal látható.

2. ábra

Balaton és vízgyűjtője

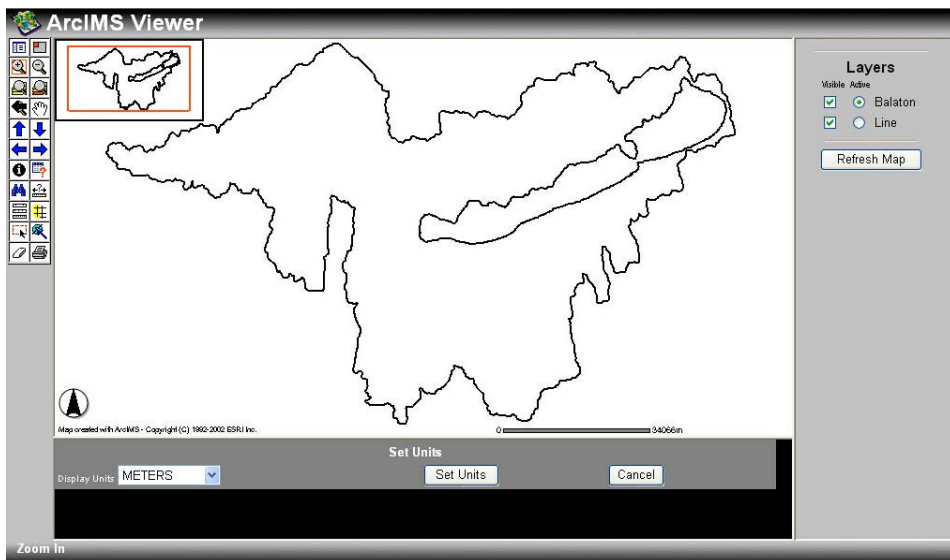


Figure 2: The Lake of Balaton and its Watershed

Az eszköztár nagyítója segítségével megkereshetünk adott területeket a vízgyűjtőn (3. ábra). A nagyítás során eddig nem látható információk bukkannak elő (EOV szelvényezés, 1:10000 térkép).

3. ábra

Nagyító eszközzel elérhető további rétegek



Figure 3: Further Layers Obtainable with Magnifier

Megkereshetjük a számunkra fontos területet (4. ábra) térképen, vagy a kép alján látható lekérdezés varázslóval is.

4. ábra

Keresés és nagyítás eredménye



Figure 4: The Result of Search and Magnifying

TÉRKÉPSZERVER ÉS HOZZÁ KAPCSOLÓDÓ MOBIL TÉRKÉPEZŐ SZOFTVER TEREPI LEHETŐSÉGEI

Shape készítése, szerkesztése GPS mérésekkel

ArcPad-ben GPS-szel szerkeszteni nagyon hasonló ahhoz, mintha egérmutatóval szerkesztenénk. A fő különbség az, hogy ilyenkor a GPS a forrás az egérmutató helyett. Bejövő GPS koordináták felhasználásával rajzolhatunk pontot, polyline vagy polygon adatokat. A meglévő pontokat és töréspontokat (vertices) az aktuális GPS helyzethez mozgathatjuk.

Néhány különbség mégis van a normál szerkesztéshez képest a GPS koordináták rögzítésében és szerkesztésében: GPS aktiválása előtt szükséges az ArcPad projekció definiálása.

Az Arc Pad minden rétegéhez kapcsoljunk projekciós file-t!

A layers párbeszédablakban válasszuk ki a projekció hozzáadása (select projection) gombbal azt, amely megfelel az ArcPad térképének!

Mielőtt a szerkesztés eszközsorban bármely gomb használható lenne, a GPS-t aktiválni kell. A GPS mutatógomb (point button) csak akkor használható, ha a point layer szerkesztésre kész. GPS vertex hozzáadása, illetve GPS vertices continuously hozzáadása gomb csak akkor használható, ha vagy a sokszög vagy a polyline lehetőség ki van választva. GPS koordinátákat csak pont, sokszög vagy polyline rajzolásához használhatjuk. Vonalat, szabadkézzel rajzolt vonalat, négyszöget, ellipszist, kört illetve szabadkézzel rajzolt sokszöget, amelyeket egérmutatóval vagy pennel rögzíthetünk, nem rajzolhatunk.

Választható: meghatározhatunk különböző minőségellenőrző paramétereket a kevésbé pontos GPS koordináták kiszűrésére. Max. PDOP vagy EPE értékeket állíthatunk be vagy behatárolhatjuk az ArcPad működését csak 3D vagy DGPS GPS koordinátákra.

Figyelmeztető üzeneteket, illetve hangokat is beállíthatunk, amelyeket az ArcPad kiír vagy lejátszik, amennyiben a megadott minőségi kontrollértékeket túllépte.

Választható: többszörös (multiple) GPS helyzetek x y z koordinátáit átlagolhatjuk, sokszög vagy polyline ponttulajdonságainak és töréspont-tulajdonságainak rögzítésére.

Beállíthatók a GPS koordináták használandó ütemezése a polyline és sokszög rögzítéséhez folytonos üzemmódban. A GPS, minőség, adatgyűjtés, üzenetek, helyzet, képernyő, betűtípus, útvonal, ArcIMS, nyelvek, AUX mind az options párbeszédablakban állíthatók be.

ArcPad által fogadott GPS jelek szélességi és hosszúsági fokban vannak megadva, WGS84 datumot használva. Ezek különbözhetnek térképünk által közölt kivetítéstől és datumtól. Ebben az esetben az ArcPad automatikusan, röptében készít kivetítést és adat transzformációt alkalmaz a bejövő GPS adatokon, hogy ezeket a térképünkhöz igazítsa.

Minta GPS mérés és mobil kapcsolat ArcIMS szerverrel

A mobilkészíték tetszőleges (tehát mobil is) Internet kapcsolattal letöltheti a szerverről állományokat. Ezeket a kijelzőjén megjeleníti majd akár „kézzel” akár GPS segítségével szerkeszthetünk, új rétegeket térképeket állíthatunk elő.

Pont beszúrása GPS segítségével (5. ábra).

5. ábra

Pont beszúrása GPS segítségével

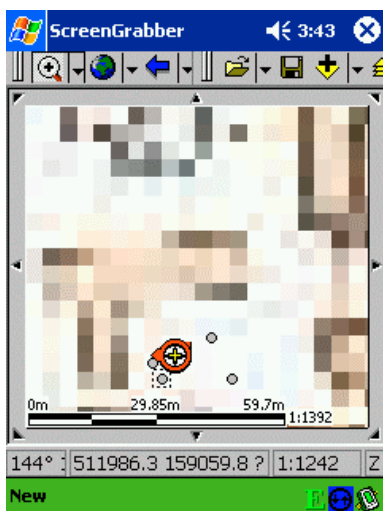


Figure 5: Creating Point Features with GPS

Polygon beszúrása GPS segítségével (6. ábra), a mérések az egyetem „B” épületének a számítógépközpont mellett található parkolójában történtek.

6. ábra

Polygon beszúrása GPS segítségével

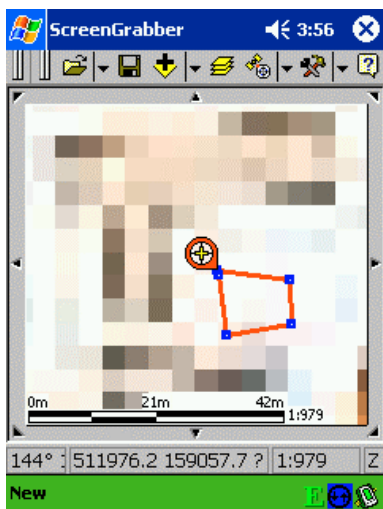


Figure 6: Creating Polygon Features with GPS

7. ábra

Poligon – automatikus pontlerakás



Figure 7: Polygon – Add GPS Vertices Continuously

8. ábra

Automatikusan lerakott poligon

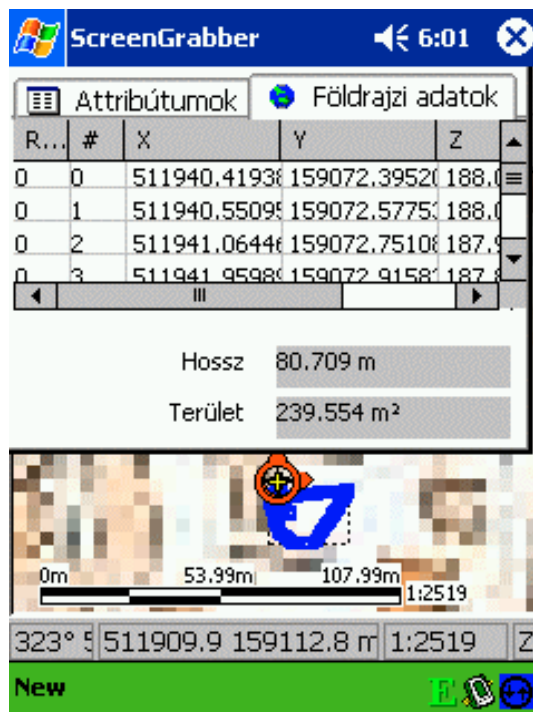


Figure 8: Polygon Added Automatically

Mobil eszköz a terepi munkához

A témában a Navman GPS „kabáttal”, illetve GPRS-el felszerelt COMPAQ iPAQ3870 eszközt (9. ábra) szeretném bemutatni. Ez az eszközt tanszékünkön is lehetőségünk volt tesztelni. Az eszközhöz rengeteg szoftvert kipróbáltunk, de leginkább az ESRI ArcPad szoftverét használtuk.

9. ábra

Compaq iPAQ Pocket PC H3870

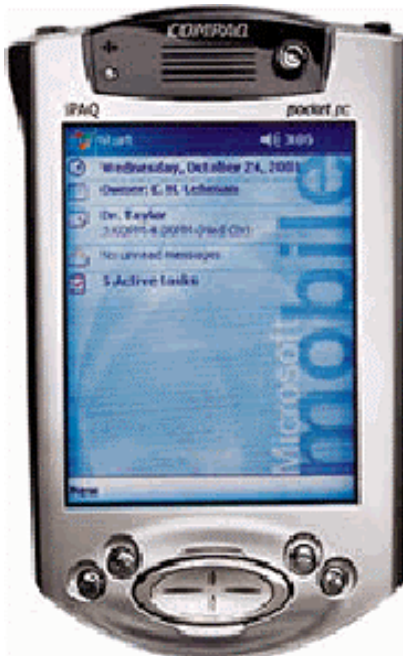


Figure 9: Compaq iPAQ Pocket PC H3870

- Méret: 133mm×84mm×16mm
- Súly: 190 g
- Processor: 32-bit Intel StrongARM SA-1110, 206 MHz, 100 MHz memory bus
- Display: 65,536 (64K, 16-bit) (TFT) folyadékkristályos kijelző
- Mérete: 57,6 x 76,82 mm, 240 x 320 felbontás
- Memória: 64 MB RAM, 32 MB ROM (Flash ROM)
- I/O: USB, Infrared
- Operációs rendszer: Microsoft Pocket PC 2002, Active Sync 3.5 Desktop Synchronization
- Pocket Outlook (Calendar, Contacts, Tasks, Notes, Web Browser)
- Office: (Pocket Word, Pocket Excel, Microsoft Reader), Hangfelvétel készíthető
- Táp: 1400 mAh Lithium Polymer akkumulátor, 10 óra használati idő
- 100-pin universal connector for Compaq Expansion Pack System

További információk: <http://www.hp.com/>

10. ábra

Pocket PC Navman GPS eszközzel



Figure 10: Pocket PC with Navman GPS 3000

- Antenna: Quadrifiler helix
- Műholdak: 12 csatornás párhuzamos
- Indítás: 18 Seconds (typical)
- Hideg indítás: 120 Seconds (typical)
- Vízsintes pontosság: 5,0 m, (95% biztonsággal)
- Interface: iPAQ Option Pack Interface
- Frissítés: másodpercenként
- Kimenő jel: NMEA 0183 Ver: 2.20
- Táp: 3,3V DC iPAQ belső Lithium Polymer akkumulátor
- Külső táp: 12.0V DC
- Használat egy töltéssel: 1,5–2,2 óra

További információk: <http://www.navman.com/>

11. ábra

Pocket PC GPRS eszközzel



Figure 11: Pocket PC with GPRS

A bővítőcsomaggal elérhető háromsávós GPRS-képességnek köszönhetően a felhasználó a hagyományos GSM-csatlakozásra jellemzőnél jóval nagyobb sebességgel érheti el útközben az internetet és hívhatja le elektronikus leveleit. Ráadásul ez a megoldás a világ bármely pontján működik.

- Használható: Compaq iPaq H3100, H3600, H3700, H3800, H3900 eszközökkel
- Frekvenciasáv: EGSM900, DCS1800, PCS1900
- GPRS: GPRS Class B, Type 1 GPRS MT, Multi-slot Class 10
- Operációs rendszer: Microsoft Windows for Pocket PC (2000)
- ROM: 1.69
- Méret: iPAQ plusz 3 cm
- Súly: 166 g
- Power: 1000mAH integrated battery (rechargeable with Compaq iPAQ AC adapter)
- Üzemidő: 180/4 óra készenlét/beszélgetés
- Tartozékok: Wireless Pack, szoftver CD és fejhallgató

További információk: <http://www.hp.com/>

Mobil eszközzel is elérhető Távközlési tananyag fejlesztés

Egy interaktív multimédia alapú CD-ROM vagy DVD-ROM, egy Internetes hálózati közeg multimédia alapú kliens oldali eszközzel (asztali gép, laptop), egy kézi számítógép és egy mobil hangátvitelre alkalmas eszköz (mobil telefonok, kommunikátorok) napjainkban teljesen eltérő módon, de alkalmasak interaktív (multimédia alapú) ismeretátadásra. A tananyagokat fejlesztők célja azonban, hogy ugyanazon ismereteket adják át eszköztől függetlenül. Ismereteink szerint egy ilyen jellegű multifunkcionális (a szó eszköz oldaláról értelmezve) fejlesztés gyakorlati megvalósítása a fejlesztők szempontjából számos problémát vet fel. Munkánk e problémák megoldására irányul.

Az eddigi kutatásaink során áttekintettük a szabványok, leírások alkalmazhatóságát mobil, kézi és asztali eszközökre. Elvégeztük napjaink leghatékonyabb tömörítési eljárásaival tömörített képek pszichovizuális összehasonlítását, multifunkcionális fejlesztés elemeinek meghatározását gyakorlati fejlesztői és alkalmazói oldalról. Teszteltük a korábban már általunk elkészített, részben multifunkcionális anyagokat.

A tananyagfejlesztés területei

A kutatási programhoz közvetlenül kapcsolódóan, az alábbi témakörökben multifunkcionális anyagokat fejlesztünk:

- e-Europa
- GPS helymeghatározás, navigáció és adatgyűjtés
- mobil-kommunikáció
- webszolgáltatások
- vizuális informatika napjainkban.

Olyan gyakorlatban kipróbált digitális csomagot hozunk létre, amely alkalmas napjaink lehetőségeit, valamint a fejlesztők gyakorlati tudását bővítve, az integrált oktatási és ismeretátadási anyagok kivitelezésére.

Ennek megjelenési formái:

- CD-ROM vagy DVD-ROM
- Internetes hálózati közeg multimédia alapú kliens eszközzel (asztali gép, laptop)
- kézi számítógép (PALM, Pocket PC, ...)
- mobil telefon

A teszt során alkalmazott mobil eszközök
Nokia 3650 (12. ábra)

A teszt szempontjából legfontosabb funkciók:
Symbian operációs rendszer Nagyfelbontású, színes kijelző (4096 szín), 176×208 képpont
RealOne player; formátumok: H.263 és MPEG-4 video (3GP formátumban); RealAudio és RealVideo RealMedia formátumban

12. ábra

Nokia 3650 mobiltelefon



Figure 12: Nokia 3650 Mobile Phone

Compaq iPAQ Pocket PC H3870 (13. ábra)
A teszt szempontjából legfontosabb funkciók:
Microsoft Pocket PC 2002 op. rendszer,
64K TFT LCD, 240×320 képpont,
Windows Media Player 8.5.

13. ábra

Pocket PC számítógép GPRS eszközzel



Figure 13: Pocket PC with GPRS equipment

<http://www.georgikon.hu/mamika>

MULTIFUNKCIONÁLIS INFORMÁCIÓK SZOLGÁLTATÁSA A MÉDIASZERVER

A média szerver alapú modern tartalommenedzsment rendszerek korszerű informatikai technológián alapulnak. A médiaszerver a számítógép-hálózat "központjában ül", és több tíz vagy száz felhasználó egyidejű kiszolgálására alkalmas. A legkorszerűbb médiaszerverek a videótartalmat a kódolástól függetlenül olyan digitális adatként kezelik, amely adatbázisban tárolható, kereshető, szokásos számítógép hálózatokon átvihető, de videóként nézhető, vágható és szerkeszthető ("distribute data, view video"). Az ilyen alapon működő archívumban a tartalombevitel (digitalizálás) a videó katalógizálással egyidőben, automatikusan történik. A digitalizálás során a forrásanyag a későbbi felhasználástól függően számos különböző formátumban, párhuzamosan kerülhet fel a médiaszerverre. A formátumok a RealVideo-tól és a QuickTime streaming-től, az MPEG-1 és MPEG-2-n át a ma egyre népszerűbb DVCPRO-ig szinte tetszőlegesen lehetnek, hiszen adatként kezeli őket a rendszer.

A katalógizálás eredményeként egy olyan metaadatbázis jön létre, amelyben a felhasználói oldalon hatékonyan lehet keresni, és amelynek segítségével a kiválasztott videórészlet azonnal, streaming video formában, online módon megtekinthető. Az ilyen preview minőségű anyag (kb. VHS minőség) alkalmas a felvételek tartalmi értékelésére, vagy akár vágólista készítésére is.

Sok-felhasználós rendszerben fontos követelmény, hogy a felhasználói oldalon olcsó eszközök legyenek, pl. személyi számítógépek, webes kezelői felülettel. Ez a médiaszerverrel szemben különleges műszaki követelményeket támaszt.

A médiaszerverek legfontosabb műszaki jellemzője a nagy belső I/O sávszélesség, a file-rendszerből származó garantált bitsebesség a videostream-ek számára és az igényeknek megfelelő skálázhatóság. Tekintettel arra, hogy egyórányi, "jóminőségű"; videóanyag helyfoglalása 1-25+ GB is lehet (a minőségtől függően), a tartalom tárolása adatbázisban történik, akár többlépcsős, hierarchikus háttértároló rendszeren.

A médiaszerver alapú modern tartalommenedzsment rendszer fő tulajdonságai:

- videó katalógizálás (automatikus, on-line, real-time digitalizálással);
- digitalizálás (többféle formátumban, a katalógizálással egyidőben);
- tárolás (digitálisan, médiaszerveren, hierarchikus háttértárolón);
- keresés (PC-n, webes kezelői felületen);
- megtekintés (a hálózaton keresztül, streaming video formában);
- kiválasztás (a találati listából, preview alapján);
- felhasználás (vágólista készítés a preview alapján).

Media Streaming vállalati és Internet alkalmazások számára kliens/szerver:

- Windows95/98/2000, Windows NT, MacOS és Unix kliensek;
- Streaming formátumok: MPEG-1, MPEG-2, MP3, RealMedia és QuickTime;
- 28.8Kb/s-től 15Mb/s-ig tetszőleges streaming sávszélesség;
- skálázható architektúra akár több tízezer független videó kijátszására.

Mobil eszközzel is elérhető Georgikon Médiaszerver

Real Media Streaming: <http://real.silicon.hu/georgikon>

Windows Media Streaming: <http://www.georgikon.hu/digkep/mamika/media.htm>

IRODALOM

- Berke, J., Sisák, I., Máté, F., Busznyák, J. (2004). Map service and soil information system in support of environmentally sound agriculture in the watershed of Lake Balaton, 9th Conference Information Systems in Agriculture and Forestry, SEČ, 20-21. 04.
- Busznyák, J. (2004). Térinformatika Oktatás és Kapcsolódó Kutatási Programok a Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Karán, X. ITF, Keszthely, április 29.
- Nagy, S. (2004). Fejlesztési Tapasztalatok Multifunkciós Tananyagok Előállításával Kapcsolatban, X. ITF, Keszthely, április 29.
- Busznyák, J., Csák, M., Hegedüs, G., Nagy, S., Kovács, E., Berke, J. (2003). The integration of Research Results of Mobile Information Systems into Information Technology Instruction at the University of Veszprém Georgikon Faculty of Agriculture, 9th Conference Information Systems in Agriculture and Forestry, SEČ, 2003. March, 11-12.
- Temesi, T., Berke, J., Nagy, S. (2003). Médiaszerver alapú multimédia szolgáltatás, „MAMIKA” – ITEM-28/2002, MMO’2003, Pécs.
- Berke, J., Busznyák, J. (2003). Multimédia alapú, multifunkcionális informatikai oktatási és kutatási anyagok fejlesztése „MAMIKA” – ITEM-28/2002, MMO’ Pécs
- Busznyák, J. (2003). A Térinformatika Oktatásának Jelene és Jövője a Veszprémi Egyetem Georgikon Mezőgazdaságtudományi Karán, Térinformatika az Oktatásban, Budapest, október 29.
- Busznyák, J., Csák, M., Hegedüs, G., Nagy, S., Kovács, E., Berke, J. (2002). The integration of research results of Mobile Information Systems into Information Technology instruction at the University of Veszprém, Georgikon Faculty of Agriculture, Mobile Information Systems in Agriculture’2002, Keszthely, ISBN 963 9495 02 6.
- Csák, M., Nagy, S., Hegedüs, G., Busznyák, J., Szolcsányi, É., Berke, J.(2002). Client side implementation of the Zala county Geographic Information System. Mobile Information Systems in Agriculture. Keszthely, október 18.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Busznyák J.

Veszprémi Egyetem, Georgikon Mezőgazdaságtudományi Kar
Statisztika és Informatika Tanszék, Informatika Csoport
8360 Keszthely, Deák F. u. 57.
University of Veszprém, Georgikon Faculty of Agriculture
Department of Statistics and Information Technology
H-8360 Keszthely, Deák F. St. 57.
Tel: +36-83-312 330/5274, +36-83-510 060
E-mail: bjs@georgikon.hu



Talajjellemzők hatásának térinformatikai elemzése az őzágancs minőségére az Agrotopográfiai Adatbázis alapján

Lehoczki R.

Szent István Egyetem, Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tanszék, Gödöllő, 2100 Páter K. u. 1.

ÖSSZEFOGLALÁS

Magyarországon vadgazdálkodási szempontból az egyik legfontosabb nagyvad faj az őz. Az őz agancsfejlésére az örökletes és a környezeti tényezők is hatással vannak. Jelenleg nem teljesen ismert, hogy melyek a jelentősebbek, bár a környezeti tényezőknek és ezen belül a táplálkozási viszonyoknak az utóbbi időben egyre nagyobb jelentőséget tulajdonítanak. A táplálék minősége pedig szoros kapcsolatban áll a talajjal, annak fizikai és kémiai tulajdonságaival. Vizsgálataim célja a talajtulajdonságok és az agancsjellemzők közötti kapcsolat kimutatása térinformatikai módszerekkel. Ehhez a trófeabírálati adatokat vadászterületenként tartalmazó tematikus térképet és az Agrotopográfiai Adatbázist (MTA TAKI) használtam fel. A térinformatikai és statisztikai elemzések eredményei egyelőre nem bizonyítanak ok-okozati kapcsolatot, de a kutatás további irányának meghatározásában több eredmény is fontos segítséget jelent. Az egyik irányvonal a nagyobb felbontású adatbázisok felhasználása. A másik a vizsgálatok szempontjából a jövőben felhasználható talajtulajdonságok kiválasztása. Eszerint, az egyes kémiai elemek talajbani előfordulása nyújthat segítséget az összefüggés vizsgálatában. A vizsgálatok a gyakorlati őzgazdálkodásban is használható eredményeket hozhatnak. Reményeink szerint megállapítható lesz, hogy az egyes területeken a környezeti tényezők közül a talajadottságok alapján milyen őzállomány várható.

(Kulcsszavak: őz, agancs, talaj, térinformatika)

ABSTRACT

Analyzing the effect of the soil characteristics on the antler quality with of roe deer GIS using the Agrotopographical Database

R. Lehoczki

Szent István University, Department of Wildlife Biology and Management, Gödöllő, H-2100, Páter K. u. 1.

Roe deer is one of the most important big game species in Hungary. The development of roe deer antler is affected by genetic and environmental factors. Recently, greater importance is attached to environmental factors, especially to feeding conditions. However, food quality is closely related to soil composition. The aims of my studies are to show the relationships between the parameters of soil (using the Agrotopographical Database, made by the Hungarian Academy of Science, Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry) and the traits of the antler of roe deer. With the applied GIS methods and analyses we can probably clarify which characteristics of the soil affect the development of roe deer antler.

(Keywords: roe deer, soil, antler, GIS)

BEVEZETÉS

Magyarországon vadgazdálkodási szempontból az egyik legfontosabb nagyvad faj az őz (*Capreolus capreolus*). Jelentősége nagy állomány sűrűségében és országos elterjedtségében rejlik. Így meghatározó nagyvad fajja az apróvadás vadászterületeknek. Az őzbak vadászata mind a hazai mind a külföldi vadászok körében népszerű, ezáltal az apróvadás területek gazdasági életében kiemelten fontos szerepet tölt be.

Az őz agancsféjlesztésére az örökletes és környezeti tényezők is hatással vannak (Fodor, 1983). Jelenleg nem teljesen ismert, hogy melyek a jelentősebbek, bár a környezeti tényezőknek és ezen belül a táplálkozási viszonyoknak az utóbbi időben nagyobb jelentőséget tulajdonítanak. A környezeti tényezők hatásának nagyobb súlya látszik igazolódni az őz szelektív vadászatának értékelése alapján, mivel a szelektív vadászat nem javította az őzek agancsát, habár ez lenne a fő célja (Andersen, 1961; Strandgaard, 1972). A táplálék minősége pedig szoros kapcsolatban áll a talajjal, annak fizikai és kémiai tulajdonságaival.

Hazai és külföldi vizsgálatok is ismertek, amelyek az egyes területek talaj jellemzőit jelentős tényezőkként említik a trófeás vadfajok állományának minőségében. Ezen kapcsolat számszerűségére azonban kevés szakirodalmi forrás található (Bán, 1986; Bán és Fodor, 1979; Bán és Fodor, 1980), továbbá a felhasznált módszerek bizonytalansága miatt azok is csak a további vizsgálatok megalapozását szolgálhatják. Ez az összefüggés általában csak mint megállapítás szerepel a publikációkban (Strickland és mtsai., 2000; Strickland és mtsai., 2001; Bailey, 1984; Jacobson, 1982).

Ezen hiányosság megszüntetésére vizsgálataim célja a talajparaméterek és az őz trófeajellemzői közötti kapcsolatok, összefüggések számszerűsítése, kimutatása térinformatikai módszerekkel.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az elemzésekhez szükséges adatbázisok

Az Országos Trófeabíró Bizottság által rögzített és összegyűjtött adatok az Országos Vadgazdálkodási Adattárban (Szent István Egyetem, Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tanszék, Gödöllő) megtalálhatók és felhasználhatók a kutatásaimhoz. Ezek az adatok alkotják a trófea (őz agancs) oldaláról a leíró adatokat.

Az Országos Vadgazdálkodási Adattár, továbbá a vadgazdálkodási egységek határvonalait mint az egységek térbeli információit is nyilvántartja és a változásokat vezeti. A határleírások és a határvonalakat tartalmazó térképszelvények alapján került elkészítésre a vadgazdálkodási egységek poligonjait tartalmazó térinformatikai fedvény 1997-1998 folyamán, amelyet a változásoknak megfelelően szintén folyamatosan aktualizálunk.

Minden vadgazdálkodási egység egyedi hatszámjegyű azonosító kóddal rendelkezik, amelyeket az egység határait tartalmazó térképfedvény és a trófeabírálati adatok is tartalmaznak. Így az egyedi azonosító kód alapján a trófeabírálati adatok helyhez, területhez kötése megoldható (PC Arc/Info 3.5).

A trófeabírálati adatok közül a jobb és bal agancsszár hosszát és a száraz agancstömeget használtam, mivel ezeket a méreteket tekinthetjük a trófeák legjellemzőbb és legjelentősebb értékmérőinek. A szárhosszak közül először a bal és jobb szárhossz átlagát vettem minden egyes elbírált agancs esetében. Majd vadgazdálkodási egységenként képeztem egy átlagot a szárhosszak és agancstömegek alapján az adott egységen belül elejtett őzek adataiból (Corel Paradox 10). Így végeredményként egy-egy vadgazdálkodási

egység jellemzésére egy-egy trófeatómeg és szárhossz értéket kaptam. Ezt minden vizsgált évben elvégeztem. A vizsgálatba 1997-2002-ig terjedő időszak adatait vontam be.

Az egyes, általános talajtulajdonságokat tartalmazó térképi adatbázisok közül a Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete (MTA TAKI) által felépített Agrotopográfiai Adatbázist (AGROTOPO) használtam vizsgálataimhoz.

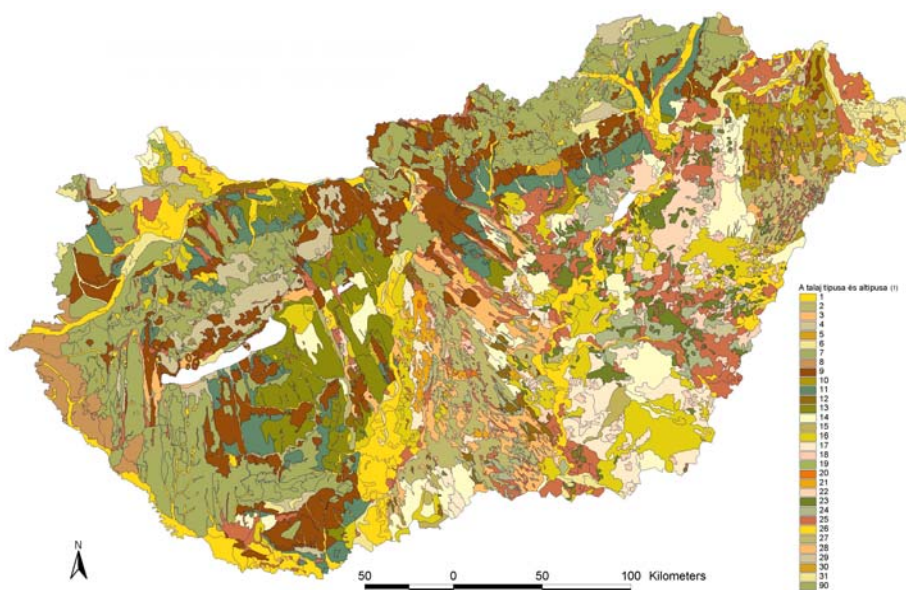
Az Agrotopográfiai adatbázis az ország területére 1:100,000-es méretarányban, talajtani, meteorológiai és földhasználati adatokból építkezik. A geometriai adatbázis homogén agroökológiai egységekből áll, amelyekhez a termőhelyi talajadottságokat meghatározó főbb talajtani paraméterek tartoznak (*Internet 1.*).

Az adatbázis – általam is felhasznált – 9 attribútum adatot tartalmaz poligononként. Ezen tematikus adatok a következők:

1. kód: a talaj típusa és altípusa (1. *térkép*);
2. kód: talajképző kőzet;
3. kód: fizikai féleség;
4. kód: agyagásvány összetétel;
5. kód: a talaj vízgazdálkodási tulajdonságai;
6. kód: a talaj kémhatása és mészállapota;
7. kód: szervesanyag-készlet (tonna/hektár);
8. kód: a termőréteg vastagsága;
9. kód: talajértékszám (a különböző talajok természetes termékenységet fejezi ki a legtermékenyebb talaj termékenysége %-ában).

1. térkép

Agrotopográfiai adatbázis; A talajok típusa és altípusa



Map 1: Hungarian Agrotopographical Database; Soil type and subtype
Soil type and subtype(1)

Térinformatikai elemzések

Az előkészített vektoros fedvényeket ESRI ARC/INFO 7.2.1 szoftver GRID moduljának használatával raszterizáltam, amelynek során az egész ország területét 1000 méteres illetve 500 méteres négyzet alakú raszterhálójával fedtem le. A raszterizálás során azonos kezdő koordináta pontú raszter fedvényeket képeztem, hogy a fedvényeim egybevágóak legyenek. Ezt minden egyes tematikus adattal elvégeztem. Így a különböző grid cella méretenként az AGROTOPO esetében 9, a trófea adatokban évente kettő (trófeatómeg és szárhossz) grid fedvényt kaptam. Minden grid cella azt az értéket kapta a bementi vektoros fedvény poligonjaiból, amely az adott cella területén belül a legnagyobb területi hányaddal rendelkezett.

Mivel ezeket a raszteres térképeket sztenderdizáltam, ezért fedésbe hozhatók egymással.

Az eredményként kapott fedvények attribútum adatainak exportálása után az eredmény-táblák egymáshoz köthetők, kulcsolhatók (Paradox 10). Így évente, azonos területegységre vonatkozóan (1 km², illetve 0,25 km²) rendelkezésemre állnak talaj és trófea adatpárok.

A raszteres eljárás után tisztán vektoros adatbázissal, poligonokkal is végrehajtottam a két adatbázis összekapcsolását. Fedvényezési műveletet (UNION) végeztem az AGROTOPO és az egyes évek trófea adatait tartalmazó vektoros fedvény között (ARC/INFO 7.2.1). Ennek eredményeként sok különböző méretű poligont kaptam (pl.: 2002-es év adataival: 28,531 poligon, területük 4,99*10⁻⁴ m²-től 4,31*10⁸ m²-ig), amelyekben minden tematikus adatnak csak egy-egy értéke szerepel. Ez után AML-ben megírt kis alkalmazás segítségével átalakítottam a kimeneti adatbázist, hogy egy-egy trófea-talaj adatpár annyiszor szerepeljen, ahányszor területe osztható 0,01 km²-rel (1hara; ez a területméret szabadon variálható az AML módosításával). Ezáltal ebben az adat-táblában is azonos területegységre vonatkoznak a statisztikai feldolgozásra váró adatpárok.

Mind a raszteres, mind a vektoros eljárásban a kiindulási fedvényekből kimaszkoltam (az elemzésekbe kivettem) a település belterületeket és a víz borította területeket (tavak, nagyobb folyók), mivel ezek biztosan nem játszanak szerepet a vizsgálattal kapcsolatban (2. térkép).

Statisztikai elemzések

Módszerként Spearman rangkorrelációt alkalmaztam (SPSS 10.0). A Spearman rangkorrelációs koefficiens két változó közötti kapcsolat mérésére leggyakrabban használt nem-paraméteres eljárás. Alkalmazását az tette szükségessé, hogy az adataink nem mutatnak normál eloszlást és gyakoriak a szélsőséges értékek. Mivel a választott próba rangsoron alapul, a szélsőséges adatok kevésbé módosítják a teszt szignifikancia szintjét, mint a paraméteres megfelelője alkalmazásakor. Spearman rangkorreláció felhasználását az is szükségessé tette, hogy az egyik változónk (talaj jellemzők egy része) adatai nem mérhetők arány, csak ordinális, illetve intervallum skálán. A próba felhasználásának feltétele továbbá, hogy az adatok n random megfigyelés párból álljanak és a megfigyelések ugyanazon egységre vonatkozzanak, ami szintén teljesült. A két változó értékeihez a legkisebbtől a legnagyobb felé haladva rangokat rendelünk és a korrelációs koefficiens a rangok alapján számoljuk (Précsényi, 1995).

A korrelációs koefficiens -1 és +1 közötti értéket vehet fel. Ha nincs lineáris összefüggés akkor az értékük 0. Minél szorosabb az összefüggés, annál jobban közelít az érték 1-hez. Negatív előjel esetében negatív összefüggésről beszélünk, azaz X növelésével Y csökken (Sváb, 1973).

Az elvégzett statisztikai próbák során P=1% (p=0,01) valószínűségi, ill. szignifikancia szinttel dolgoztam.

2. térkép

A 2002-es év trófeasúly adataiból képzett grid maszkolás utáni állapota



Map 2: Masked grid map made from 2002 trophy weight data

Average trophy weight (0,01g)(1)

Az elvégzett statisztikai próbáknál használt minták számát az 1. táblázat mutatja évenkénti és vizsgálati eljárás szerinti bontásban.

1. táblázat

Mintapárok száma a statisztikai vizsgálatokban

Év(1)	Mintapárok száma (2), n=				
	Grid 1 km ²	Grid 0,25 km ²		Poligon (3) „0,01 km ² ”	
		Összes (4)	25%	Összes (4)	1%
1997	84,362	318,192	79,504	7,880,548	79,172
1998	87,884	330,980	82,264	8,197,346	81,711
1999	88,008	331,803	82,772	8,219,068	82,441
2000	88,229	332,204	82,883	8,227,665	82,143
2001	89,310	336,403	83,846	8,332,808	83,583
2002	90,972	342,441	85,585	8,481,237	84,748
Összevont (5)	77,836	293,386	73,201	-	-

Table 1: Number of cases in the statistical analysis

Year(1), Number of cases(2), Polygon(3), Total(4), Summarized(5)

Az SPSS 10.0 -es szoftver a Spearman korreláció számításához maximálisan 100,000 adatsort tud beolvasni. Az elemzések elvégzéséhez felhasznált adatpárokat a szoftver véletlenszerűen válogatta ki a teljes adatsorból, a megadott százaléértéknek megfelelően (1 km²-es egységek – 100%; 0,25 km²-es lekérdezés – 25%; poligonos lekérdezés – 1%).

A vizsgálati évek közötti minták számának eltérését a trófea bírálati adatok és a vadgazdálkodási egységek fedvény összekapcsolásához használt azonosító kódok téves, illetve hibás kiosztása okozza, amelyek javítása sok esetben nagyon nehézkes.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A térinformatikai elemzések és lekérdezések eredményeként kapott adatbázisban különböző területű (1 km², 0,25 km², 0,01 km²) egységenként rendelkezésemre állnak talaj és trófea adatpárok. Ezen kimeneti adatbázisokon elvégzett statisztikai elemzések eredményei a következők.

2. táblázat

Rangkorrelációs értékek az 1 km²-es vizsgálati egységben

Spearman rangkorrelációs koefficiens értékek (1), r=										
Agancs paraméter (4)	Év (3)	AGROTOPO kategória (2)								
		1. kód: a talaj típusa és altípusa (7)	2. kód: talajképző közet (8)	3. kód: fizikai féleség (9)	4. kód: agyagásvány összetétel (10)	5. kód: a talaj vízgazdálkodási tul. (11)	6. kód: a talaj kémhat. és mésállapota (12)	7. kód: szervesanyag-készlet (t/ha) (13)	8. kód: a termőréteg vastagsága (14)	9. kód: talajértékszám (15)
Tömeg (5)	1997	0,345	-0,080	0,103	0,009	-0,014	0,059	0,281	0,174	-0,136
	1998	0,306	-0,104	0,027	-0,016	-0,063	0,134	0,243	0,177	-0,157
	1999	0,285	-0,087	0,036	-0,021	-0,066	0,121	0,243	0,173	-0,189
	2000	0,283	-0,114	-0,014	-0,033	-0,128	0,115	0,244	0,198	-0,215
	2001	0,352	-0,143	0,027	-0,011	-0,100	0,113	0,291	0,235	-0,223
	2002	0,312	-0,101	0,021	-0,015	-0,094	0,092	0,293	0,207	-0,243
Szárhossz (6)	1997	0,191	0,010	0,105	0,061	0,031	-0,035	0,168	0,127	-0,032
	1998	0,159	-0,030	0,052	0,052	0,003	-0,004	0,123	0,089	-0,022
	1999	0,159	-0,008	0,058	0,046	-0,010	-0,031	0,147	0,111	-0,082
	2000	0,167	0,032	0,095	0,093	0,017	-0,024	0,173	0,100	-0,092
	2001	0,175	0,002	0,063	0,073	-0,013	0,009	0,175	0,120	-0,091
	2002	0,177	0,016	0,076	0,079	0,008	-0,028	0,186	0,119	-0,118

Table 2: Values of the rank correlations in the case of 1 km² research units

Values of the Spearman rank correlation coefficient(1), AGROTOPO category(2), Year(3), Antler parameters(4), Weight(5), Beam length(6), Code 1. Soil types and subtypes(7), Code 2. Parent material(8), Code 3. Soil texture(9), Code 4. Clay mineral compositions(10), Code 5. Soil water management categories(11), Code 6. Soil reaction and carbonate-status(12), Code 7. Organic matter resource (t/ha)(13), Code 8. Depth of the column(14), Code 9. Soil productivity value (bonitation index)(15)

Raszteres adatmodellt – 1000×1000 méteres cella mérettel – elhasználva a 2. táblázat mutatja az eredményként kapott Spearman rangkorrelációs értékeket, évenként (1997-2002).

Raszteres adatmodellt – 500×500 méteres cella mérettel – felhasználva a 3. táblázat tartalmazza a Spearman rangkorrelációs értékeket.

3. táblázat

Rangkorrelációs értékek a 0,25 km²-es vizsgálati egységben

Spearman rangkorrelációs koefficiens értékek (1), r=										
Agancs paraméter (4)	Év (3)	AGROTOPO kategória (2)								
		1. kód: a talaj típusa és altípusa (7)	2. kód: talajképző kőzet (8)	3. kód: fizikai féleség (9)	4. kód: agyagásvány összetétel (10)	5. kód: a talaj vízgazdálkodási tul. (11)	6. kód: a talaj kémhat. és mésztartalom (12)	7. kód: szervesanyag-készlet (t/ha) (13)	8. kód: a termőréteg vastagsága (14)	9. kód: talajértékszám (15)
Tömeg (5)	1997	0,349	-0,076	0,103	0,013	-0,013	0,057	0,288	0,174	-0,143
	1998	0,318	-0,109	0,023	-0,017	-0,071	0,139	0,243	0,185	-0,162
	1999	0,287	-0,085	0,039	-0,022	-0,063	0,122	0,246	0,176	-0,194
	2000	0,285	-0,119	-0,020	-0,036	-0,136	0,122	0,245	0,204	-0,219
	2001	0,356	-0,144	0,023	-0,013	-0,103	0,120	0,288	0,242	-0,226
	2002	0,328	-0,111	0,008	-0,018	-0,110	0,100	0,296	0,210	-0,248
Szárhossz (6)	1997	0,199	0,012	0,108	0,064	0,032	-0,036	0,170	0,128	-0,037
	1998	0,166	-0,033	0,048	0,047	-0,004	0,001	0,119	0,094	-0,020
	1999	0,160	-0,003	0,063	0,045	-0,007	-0,030	0,151	0,111	-0,083
	2000	0,178	0,017	0,089	0,089	0,004	-0,016	0,168	0,103	-0,089
	2001	0,183	-0,001	0,064	0,073	-0,015	0,016	0,168	0,125	-0,091
	2002	0,189	0,007	0,070	0,079	-0,002	-0,024	0,186	0,124	-0,120

Table 3: Values of the rank correlations in the case of 0.25 km² research units

See Table 2 (1-15)

Az agancstömeget illetően a legnagyobb korrelációs koefficiens értékeket a talajtípusbanl kaptam, amelyek még mindig laza kapcsolatot jelentenek. A talaj szervesanyag-készletére, termőréteg-vastagságára és a talajértékszámra vonatkozóan értékelhetők még a korrelációs koefficiensek, de itt még alacsonyabb értékeket vesznek fel. Az agancs szárhosszt illetően a legnagyobb korrelációs koefficiens értékeket szintén a talajtípusban kaptam.

A poligon topológiájú vektoros adatmodellt felhasználva az évenkénti adatbázisokon elvégzett vizsgálatokban az alábbi korrelációs koefficiens értékeket kaptam (4. táblázat).

Az agancstömeg és az agancs szárhossz adatok felhasználásakor a legerősebbnek tekinthető összefüggések szintén a talajtípusban mutatkoznak.

Talajértékszámban mindig negatív előjelű a rangkorrelációs koefficiens értéke, ennek oka az, hogy az 1-es jelenti a legtermékenyebb talajt és a 9-es a legkevésbé termékenyt.

4. táblázat

Rangkorrelációs értékek a „0,01 km²”-es vizsgálati egységben

Spearman rangkorrelációs koefficiens értékek (1), r=										
Agancs paraméter (4)	Év (3)	AGROTOPO kategória (2)								
		1. kód: a talaj típusa és altípusa (7)	2. kód: talajképző kőzet (8)	3. kód: fizikai féleség (9)	4. kód: agyagásvány összetétel (10)	5. kód: a talaj vízgazdálkodási tul. (11)	6. kód: a talaj kémhat. és mésztartalma (12)	7. kód: szervesanyag-készlet (t/ha) (13)	8. kód: a termőréteg vastagsága (14)	9. kód: talajértékszám (15)
Tömeg (5)	1997	0,349	-0,075	0,100	0,007	-0,014	0,064	0,286	0,174	-0,140
	1998	0,313	-0,111	0,024	-0,022	-0,071	0,142	0,239	0,177	-0,157
	1999	0,287	-0,088	0,034	-0,025	-0,071	0,120	0,244	0,181	-0,193
	2000	0,291	-0,121	-0,022	-0,034	-0,137	0,122	0,250	0,206	-0,222
	2001	0,357	-0,145	0,029	-0,012	-0,098	0,115	0,295	0,236	-0,229
	2002	0,331	-0,110	0,013	-0,016	-0,103	0,102	0,297	0,214	-0,243
Szárhossz (6)	1997	0,196	0,012	0,101	0,059	0,027	-0,030	0,168	0,130	-0,036
	1998	0,162	-0,036	0,052	0,046	-0,001	-0,001	0,114	0,088	-0,017
	1999	0,161	-0,008	0,059	0,040	-0,013	-0,029	0,149	0,115	-0,083
	2000	0,180	0,019	0,083	0,086	0,000	-0,014	0,172	0,109	-0,096
	2001	0,186	-0,002	0,066	0,073	-0,011	0,010	0,177	0,118	-0,095
	2002	0,188	0,011	0,074	0,080	0,004	-0,023	0,185	0,126	-0,118

Table 4: Values of the rank correlations in the case of „0.01 km²” research units

See Table 2 (1-15)

Az 1000 és az 500 méteres cellamérettel és a poligonokkal elvégzett elemzések eredményei minimálisan különböznek egymástól. Néhány százados, illetve ezredes rangkorrelációs koefficiens értékben való eltérések az 500 méteres, valamint a poligon alapú elemzések javára írhatók. Így a raszteres rendszerben nem érdemes az 500*500 méteres cellaméretet alkalmazni, mert nem kapunk értékelhető pontosság-növekedést.

Az éves trófea adatokon elvégzett elemzés eredményei alapján látható, hogy az agancs szárhosszában minden egyes vizsgált talajtulajdonságban gyengébb a korreláció mértéke, mint az agancstömegben.

Az eredményekből kitűnik, hogy évenként eltérőek a kapcsolatok szorosságára utaló értékek. Ezért a hat év (1997-2002) trófea bírálati adatai alapján számolt átlagokkal is elvégeztem az elemzést, mind az 1000, mind az 500 méteres cellamérettel.

Az évek átlagait tartalmazó adatbázisok alapján az 5. táblázat tartalmazza az eredményeket.

5. táblázat

Rangkorrelációs értékek az 1 km²-es és a 0,25 km²-es vizsgálati egységben

AGROTOPO kategória (1)	Rangkorrelációs értékek (2) r= (** p<0.01)			
	Agancstőmegben (3)		agancs szárhosszban (4)	
	1 km ² -es v. egység (5)	0,25 km ² -es v. egység (6)	1 km ² -es v. egység (5)	0,25 km ² -es v. egység (6)
1. kód: a talaj típusa és altípusa (7)	0,379**	0,387**	0,207**	0,221**
2. kód: talajképző közet (8)	-0,125**	-0,131**	0,027**	0,016**
3. kód: fizikai fűleség (9)	0,046**	0,041**	0,108**	0,106**
4. kód: agyagásvány összetétel (10)	-0,017**	-0,015**	0,099**	0,098**
5. kód: a talaj vízgazdálkodási tul. (11)	-0,094**	-0,103**	0,015**	0,006**
6. kód: a talaj kémhat. és mészáll. (12)	0,132**	0,131**	-0,034**	-0,031**
7. kód: szervesanyag-készlet (t/ha) (13)	0,336**	0,334**	0,221**	0,218**
8. kód: a termőréteg vastagsága (14)	0,239**	0,246**	0,133**	0,138**
9. kód: talajértékszám (15)	-0,246**	-0,248**	-0,108**	-0,108**

Table 5: Values of the rank correlations in the cases of 1km² and 0.25 km² research units

AGROTOPO category(1), Values of the rank correlation coefficient(2), In case of antler weight(3), In case of antler beam length(4), 1km² research unit(5), 0.25 km² research unit(6), See Table 2 (7-15)

Ezen vizsgálatban is értékelhetők az előbbieken említett talajtényezőkre számított korrelációs koefficiensek.

A 0,5 km²-es egységeken elvégzett vizsgálatban magasabb értékeket kaptam, mint az 1 km²-esekben, bár ezek az eltérések itt sem számottevők (az eltérés maximális értéke agancstőmegben a talajtípusnál $\Delta r_{\text{rang}} = 0,08$, az agancsszárhossz és a talajtípus kapcsolatában $\Delta r_{\text{rang}} = 0,14$).

KÖVETKEZTETÉSEK

A megfelelően megválasztott térinformatikai adatmodellekkel, eljárásokkal, funkciókkal a kiindulási adatbázisokat azonos területegységre vonatkozóan (három vizsgálati-egység méretben) először egymással fedésbe hoztam, majd a talaj és agancs adatpárokat statisztikailag feldolgozható adatbázisba exportáltam. Az eredmények alapján a felhasznált eljárást megfelelőnek ítélem meg, mind a raszteres, mind a vektoros adatmodell alkalmazásakor.

A raszteres adatmodell felhasználásakor az eljárás időigényesebb és sokkal nagyobb háttértár kapacitást igényel a hardvertől. Első megközelítésben ez azért tűnt használhatóbbnak, mert fontos volt, hogy a két különböző poligonfedvény attribútum adatait azonos vizsgálati egységre (területre) vonatkoztatva tudjuk a továbbiakban felhasználni. Ezt a raszteres adatmodell alaptulajdonsága miatt (a vizsgálati területet azonos méretű cellákkal fedi le), gridek alkalmazásával könnyen elérhettük.

A vektor alapú rendszer használatakor a problémát, hogy azonos méretű területegységre vonatkoztatva kapjuk meg az egymással fedésbe hozott térképeket, szintén sikerült megoldani. Ez úgy történt, hogy a fedvényezési művelettel kapott térkép adatsorait annyiszor szerepeltettük egy kimeneti adatbázisban, ahányszor területük

osztható volt egy előre definiált területmérettel (ezen területnél kisebb poligonok a vizsgálatban nem vettek részt). Így ez a kevésbé időigényes és kisebb merevlemez kapacitást megkövetelő eljárás is sikeres volt. Mindkét rendszer egyformán használható. Az alkalmazott statisztikai eljárás is megfelelőnek bizonyult a kapcsolatok számszerűsítésében.

A különböző méretű területegységek alkalmazása nem bizonyította, hogy ugyanazon kiindulási adatbázisok felhasználásával a vizsgálat során alkalmazott nagyobb felbontás esetén a vizsgált tényezők kapcsolatáról többet megtudhatunk, mert a rangkorrelációs eredmények közel hasonlóak. A felbontás növelésével (1 km²-ről 0,1 km²-re) minimálisan növekedett a koeficiens mértéke.

A vizsgálati eredményekből kitűnik, hogy mindig erősebb volt a talajtulajdonságokkal kimutatható kapcsolat az agancstömeggel, mint az agancsszárhosszal. Ennek alapján, az agancstömeget a szárhosszal szemben erősebben környezetfüggőnek tekinthetjük.

Az évenkénti adatbázisokon és a hat év adatait tartalmazó adatbázison elvégzett vizsgálat eredményei alapján megállapíthatjuk, hogy a talajtulajdonságokra irányuló vizsgálatoknál a trófea adatok oldalról érdemes több év átlagadatait alkalmazni. Ennek oka abban keresendő, hogy a talajt „állandó” környezeti tényezőnek tekinthetjük és hatása nem módosul évről-évre olyan mértékben, ahogy ez más tényezők (pl.: időjárási viszonyok) esetében történik. Így a többi agancsfejlesztésre ható tényező (környezeti és egyéb) évenkénti változásának befolyásoló hatása valamelyest kiszűrhető.

A korrelációs koeficiens értékei mindig nagyon alacsonyak, soha nem érik el az $r_{\text{rang}}=0,4$ -es értéket, így a kapott összefüggések csak a gyenge összefüggést mutató kategóriába esnek. Ennek ellenére különbségek vannak az egyes talaj tényezők között és ezek az eltérések minden évben, továbbá választott módszerben azonosak.

A vizsgált talajtulajdonságok közül a talajtípusban találtam a legerősebb korrelációt, továbbá értékelhetők még a kapcsolatok a szervesanyagkészlet, a termőréteg-vastagság- és a talajértékszámban. A talajképző közetet, a fizikai féleséget, az agyagásvány összetételt, a vízgazdálkodási tulajdonságokat és a talaj kémhatását, továbbá a mészállapotot tekintve nem tudunk értékelhető kapcsolatot kimutatni.

A talaj típust illetően az elvégzett vizsgálatok alapján nincs lehetőségünk annak meghatározására, hogy melyeket mondhatjuk az őz számára legmegfelelőbbnek. Ugyanakkor, az ismert korrelációs kapcsolattal megállapítható, hogy a talaj termőréteg-vastagságának és a szervesanyag-készletének növekedésével valószínűsíthetően növekszik a bakok agancsmérete. A talajértékszám esetében negatív előjelű a rangkorrelációs koeficiens értéke, ami azt jelenti – ezen változó negatív irányú kódolása miatt –, hogy ha a talaj magasabb termékenységű, akkor erősebb agancsokat növesztenek az őzek.

A vizsgált talajtulajdonságokra vonatkozóan megállapíthatjuk, hogy a korrelációs koeficiens értékei alacsony ellenére lehetőségünk van ugyan a talajtulajdonságok és az agancsparaméterek közötti kapcsolat kimutatására, de szakmailag megalapozottan kell kiválasztani a megfelelő talaj jellemzőt. A talajtípusba soroláskor azok kerülnek egy csoportba, amelyek hasonló környezeti tényezők hatására alakultak ki és a talajfejlődés folyamán hasonló fejlődési állapotot értek el. Ezért minden lényeges, a talajtermékenységet megszabó tulajdonságuk is hasonló (Stefanovits, 1992). Ugyanakkor, a talajtípusokon belül a termékenységet szintén befolyásoló elemtartalmakban nagy lehet a variabilitás, amit csak a talajtípusok felhasználásával nem tudunk figyelembe venni a kapcsolatok keresésekor.

Továbbá elképzelhető, hogy az Agrotopográfiai adatbázis 1:100,000 méretarányú felbontása nem elegendő a kapcsolatok tényleges feltárásához.

Az eredmények azonban a további kutatások irányának meghatározásában nagy segítséget nyújtanak. Az egyik irányvonal a nagyobb felbontású adatbázisok felhasználása, ez azonban azok hiányában nem valósítható meg. Terepi mintavételezéssel, kisebb területekre készíthetők el nagyobb felbontású talajtérképek. Ezzel párhuzamosan az adott területeken a trófeabírálati adatok térbeli reprezentálhatóságát is növelni kell a bakok elejtési helyének pontosabb rögzítésével (legalább beíró körzetenként illetve GPS-es helymeghatározással). A másik fontos eredmény a jövőben felhasználható talaj tulajdonságok körvonalazása, miszerint az egyes kémiai elemek talajban való előfordulása nyújthat lehetőségeket a kapcsolat jellemzésének vizsgálatában. Ugyanakkor, a talaj fizikai jellemzőinek további felhasználása várhatóan, még nagyobb felbontású térképek használatakor sem fog szorosabb kapcsolatot kimutató eredményt hozni.

A további vizsgálatok a gyakorlati őzgazdálkodásban is használható eredményeket produkálhatnak. Megállapítható, hogy az egyes területeken a környezeti tényezők közül a talajadottságok alapján milyen őzállomány lenne várható.

Az agancsfejlődésre ható tényezők alaposabb ismerete és gyakorlati felhasználása a jobb minőségű trófeák arányának növelését eredményezhetné. Nagyobb trófeájú bakok vadászatával a vadászterületek nagyobb árbevételhez juthatnának, ami működésüket eredményesebbé tenné.

Hasonló vizsgálatok elvégzésére szinte csak a térinformatikai nyújtotta lehetőségekkel van módunk. Alkalmazásához azonban megfelelő adatbázisokra is szükségünk van, amelyek hiánya jelenleg a felhasználás legjelentősebb korlátját jelenti.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Ezúton is szeretnék köszönetet mondani a Magyar Tudományos Akadémia Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet GIS labor vezetőjének, Dr. Szabó Józsefnek, aki lehetővé tette számomra az Agrotópográfiai Adatbázis felhasználását és hasznos szakmai tanácsokkal látta el munkámat. Továbbá Prof. Dr. Csányi Sándornak (SZIE VVT) és Dr. Barsi Árpádnak (BME FMT), akik szakmai útmutatásaikkal segítették munkámat.

IRODALOM

- Andersen, J. (1961). Biology and management of roe-deer in Denmark. *La Terre et la Vie*, 1. 41-53.
- Bailey, J.A. (1984). Principles of wildlife management. Colorado State University, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA.
- Bán, I. (1986). Élőhely és trófeavizsgálat számítógéppel. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Bán, I. és Fodor, T. (1979). Őzagancsok értékmérőinek elemző vizsgálata, különös tekintettel a talajra. *Vadbiológiai kutatás*, 24. 8-12.
- Bán, I. és Fodor, T. (1980). A talaj elemtartalma és a trófeajellemzők közötti összefüggés. *Vadbiológiai kutatás*, 26. 20-24.
- Fodor, T. (1983). Az őz agancsa. In: Berdár, B. (szerk.) 1983. Az őz és vadászata. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 39-66.
- Internet 1.: http://www.taki.iif.hu/gis_hu
- Jacobson, H.A. (1982). Statewide wildlife investigations: Soil phosphorus as a site index for deer management in Mississippi. *Miss. Game and Fish Commission* 16. Ref., Graphs.

- Précsényi, I. (1995). Kutatástervezési és statisztikai módszerek a biológiában. KLTE, Debrecen.
- Stefanovits, P. (1992). Talajtan. Mezőgazda Kiadó, Budapest.
- Strandgaard, H. (1972). The roe deer (*Capreolus capreolus*) population at Kalø and the factors regulating its size. Danish Review of Game Biology, 1. 205.
- Strickland, B.K., Demarais, S. (2000). Age and regional differences in antlers and mass of white-tailed deer. Journal of Wildlife Management, 4. 903-911.
- Strickland, B.K., Demarais, S., Castle, L.E., Lipe, J.W., Lunceford, W.H., Jacobson, H.A., Frels, D., Miller, K.V. (2001). Effects of selective-harvest strategies on white-tailed deer antler size. Wildlife Society Bulletin, 2. 509-520.
- Sváb, J. (1973). Biometriai módszerek a kutatásban. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Lehoczki Róbert

Szent István Egyetem, Vadbiológiai és Vadgazdálkodási Tanszék
2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.

*Szent István University, Department of Wildlife Biology and Management
H-2100 Gödöllő, Páter K. u. 1.*

Tel: + 36-28-522 086, fax: +36-28-420 189

E-mail: leho@ns.vt.gau.hu



Temetői térinformatika

Harkányiné Székely Zs.

SZIE-Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Térinformatikai Tanszék, Gödöllő, 2103 Páter K. u.1.

ÖSSZEFOGLALÁS

A magyarországi temetők helyzete sok szempontból tarthatatlan. Országos probléma, hogy a temetőkről nincs pontos geometriai felmérés, korrekt, számítógépes térkép. A hagyományos (papíralapú) módszerrel kezelt nyilvántartás követhetetlen és kaotikus. A térinformatika alkalmazása a fenntartáson (vagyonynyilvántartás, temető- és sírhelygazdálkodás) kívül a temető bővítésekor és új temető létesítésekor (helykijelölési eljárás) is indokolt. Javaslatot tettünk a tényleges helyzethez és a hatályos jogszabályokban foglaltakhoz is igazodó adatmodell felépítésére, a nyilvántartáshoz szükséges adatok gyűjtésére, valamint olyan elemzések elvégzésére, amelyekhez ilyen nyilvántartási rendszer szükséges (pl. a különféle demográfiai és vallásszerkezeti változások nyomon követése). A Temetői GIS országos megvalósítása hamarosan a magyarországi környezetgazdálkodás új területe lesz és ezzel komoly, új munkahelyteremtő lehetőség is. Munkánk elő fogja segíteni ezt a folyamatot. (Kulcsszavak: környezetgazdálkodás, térinformatika, temetői GIS)

ABSTRACT

Guidance for preparing the modern registry of the cemeteries (Cemetery GIS)

Zs. Harkányiné Székely

Szent István University Gödöllő, Institute of Environmental Management, Gödöllő, H-2103 Páter K. u.1.

The situation of the cemeteries in Hungary is in many ways impossible. It is a national problem that there is no exact geometric survey and a correct, computerised map or the cemeteries. The traditionally (paper based) maintained registration is impossible to follow, and chaotic. The application of the Geographical Information System, besides maintenance (property registry, cemetery and burial lot management) is also justified when extending the current cemeteries and when establishing new ones (in the process of allocating lots). We made a proposal for setting up a data model meeting the requirements of the actual situation and the legal regulations in force as well, for the collection of the data necessary for the registry, and for carrying out such analyses which require this registration system (e.g. follow-up of different changes in demography and religion structure). The national implementation of the Cemetery GIS will soon become the new field of Hungarian environmental management, and at the same time .will be a serious, new opportunity for creating jobs. Our work will facilitate this process.

(Keywords: environment management, Geographical Information System, Cemetery GIS)

BEVEZETÉS

A magyarországi temetők tarthatatlan és méltatlan helyzete

A magyarországi temetők helyzete sok szempontból tarthatatlan és méltatlan, ezek közül az egyik legszembetűnőbb a túlzsúfoltság. Emiatt a temetési szertartás gyakran kegyeletsértő. Az átlagos mai ember nem szívesen foglalkozik a halál gondolatával, pedig a társadalom fejlettségét többek között az is minősíti, hogy miképpen bánik halottaival, ezzel az itt maradókkal, a hozzátartozókkal is.

A múlt

Az ember mindig nagy gondot fordított halottainak eltemetésére. A temetkezési szokások, módok és így a temetők kialakulásában is meghatározó szerepe volt a közösség világról, életről-halálról alkotott felfogásának, kultúrájának, valamint lakóhelyének klimatikus és földrajzi adottságainak (Balassa, 1989; Seléndy, 1972; Xantus, 1988).

A temető térképek hiánya

Országos probléma, hogy nincs pontos geometriai felmérés, temető térkép, így fordulhatnak elő olyan esetek, hogy a sírok 10 cm-re kerülnek egymástól. Elsősorban konkrét temetőtérképekre lenne szükség a sírhelyek tervezéséhez. A földhivatalokban fellelhető térképeken csak a temetők határvonalát találhatjuk meg. A temetőkerítésen belüli világ ismeretlen marad.

Fontos lenne korrekt, számítógépes térképeken ábrázolni a sírokat, emlékműveket, a temetők úthálózatát, a fontos objektumokat (kutakat, padokat, szeméttárolókat stb.).

A térképezéshez a hagyományos geodéziai felmérésen túl a motoros sárkányról, kis repülőgépről készített légi felvétel és a GPS alkalmazása javasolható.

A temetők nyilvántartási rendszere korszerűtlen

A temetőkben a hagyományos (papíralapú) módszerrel kezelt nyilvántartás követhetetlen, kaotikus és tarthatatlan. Egy-egy adat kikeresése nehézkes, több nyilvántartás „fellapozását” igényli. Az ország legnagyobb temetőjében ugyan megvalósítás alatt van egyfajta számítógépes nyilvántartás, de hiányzik a térkép alapú, térinformatikai megoldás, valamint a temető bejáratnál lévő leegyszerűsített számítógép, ami a sírhelyek megtalálását segítené, a hozzátartozókon túl a híres emberekét és az emlékműveket is (1. ábra).

Nehezen követhető a 25 éves sírhely megváltás, pedig a helyhiány miatt egyre sürgetőbbé válik a területek újrahasznosítása is. A halotti anyakönyvek térinformatikai feldolgozása elősegítené a nyilvántartáson túl az egymásra temetkezés, a sírok megváltásának, a vallásszerkezet megváltozásának követhetőségét.

A földrajzi információs rendszer elemzési lehetőségeit felhasználva lehetővé válik a különféle demográfiai változások nyomon követése, így lényeges adatbázist jelenthetne az orvosok, a történészek számára is.

Társadalmi igény a változtatásra

Ezzel a problémával kereste fel egyetemünket és kérte a segítségünket a helyi református lelkész. A megoldandó kérdések áttekintése után határoztuk el, hogy a feladatot földrajzi információs rendszer alkalmazásával valósítjuk meg. A pontos térkép készítésén túl a sírokhoz adatbázist kapcsolunk, így könnyen kezelhető, korrekt, naprakész számítógépes nyilvántartási rendszert dolgozunk ki (2.-3. ábra).

1. ábra

A Fadrusz feszület (gödöllői Premontrei temető)

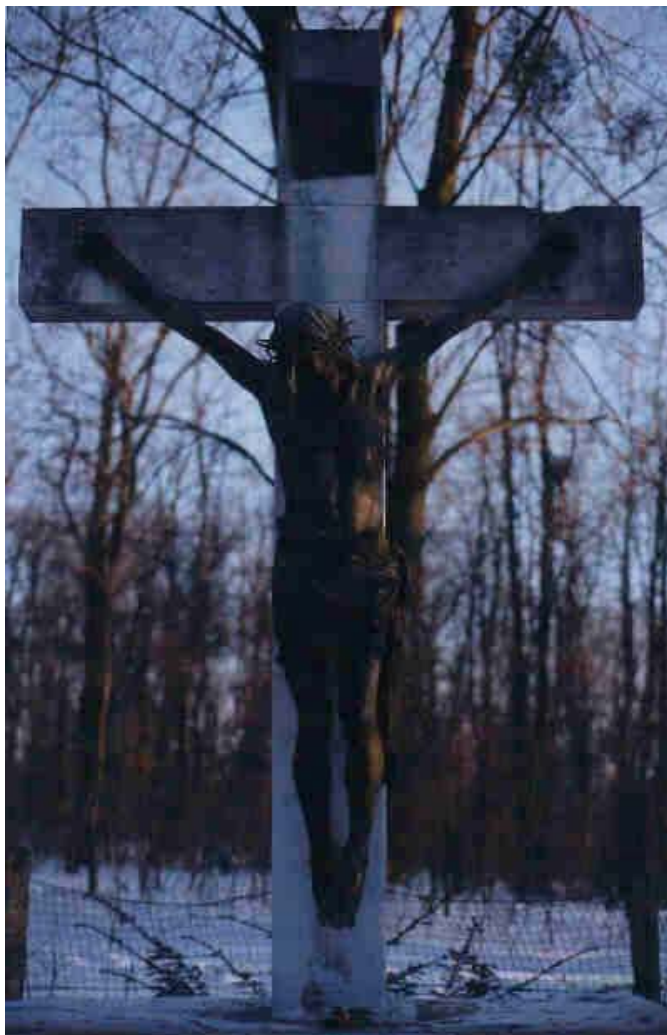


Figure 1: The Fadrusz cross (Premontrei cemetery in Gödöllő)

A munka kapcsán két diplomaterv készült el. Jelenlegi állapotában a rendszer már korlátozottan alkalmas a kitűzött cél megvalósítására.

Elkészítettük a geodéziai és digitalizálási munkát segítő AutoCad program modulokat (mérőleg.lsp, sírhely.lsp, felrak.lsp Nagy, 1997) és a sírhelyek egyedi, hierarchikus azonosítóval való gyors, hibamentes ellátását lehetővé tevő (címkéző. mbx - Pethő, 1998) AutoLisp célszoftvert.

A meglevő térképeket digitalizáltuk, javítottuk, aktualizáltuk, ez a kb. 7,5 ha-os terület 30%-át jelenti.

2. ábra

A gödöllői városi temető digitalizált mintaterülete



Figure 2: Digitalized sample area of the Gödöllő town cemetery

Az anyagi háttér hiánya

A területek felmérése jelenleg szünetel a szükséges anyagi háttér hiánya miatt. Javaslatot tettünk a tényleges helyzethez és a hatályos jogszabályokban foglaltakhoz is igazodó adatmodell felépítésére, a nyilvántartáshoz szükséges adatok gyűjtésére, valamint olyan elemzések elvégzésére, amelyekhez ilyen nyilvántartási rendszer szükséges (pl. a különféle demográfiai és vallásszerkezeti változások nyomon követése is).

Feltöltésre került egy mintaadatbázis, ami lehetővé teszi a rendszer működő részeinek bemutatását.

Humán térinformatikai alkalmazásunkkal más településeknek is módszert kívánunk mutatni.

Térinformatikai elemzési lehetőségek

A térinformatika alkalmazása a fenntartáson (vagyonnyilvántartás, temető- és sírhelygazdálkodás) kívül a temető bővítésekor és új temető létesítésekor (helykijelölési eljárás) is indokolt lenne (3. ábra). A térinformatikai elemzési lehetőségek elősegíthetik a temető optimális helyének kiválasztását a rendezési tervek közül, illetve a temető bővítésének korszerű tervezését is (4.-5. ábra), természetesen a döntési kritériumok figyelembevételével (6. ábra).

Gödöllőn a kidolgozott mintaterületen bemutattuk a vallásszerkezet drasztikus megváltozását helyi viszonylatban, rávilágítottunk a térinformatika előnyeire, de még nem találtunk társadalmi fogadókészségre.

3. ábra

A grafikus és az alfanumerikus adatbázis összekapcsolása

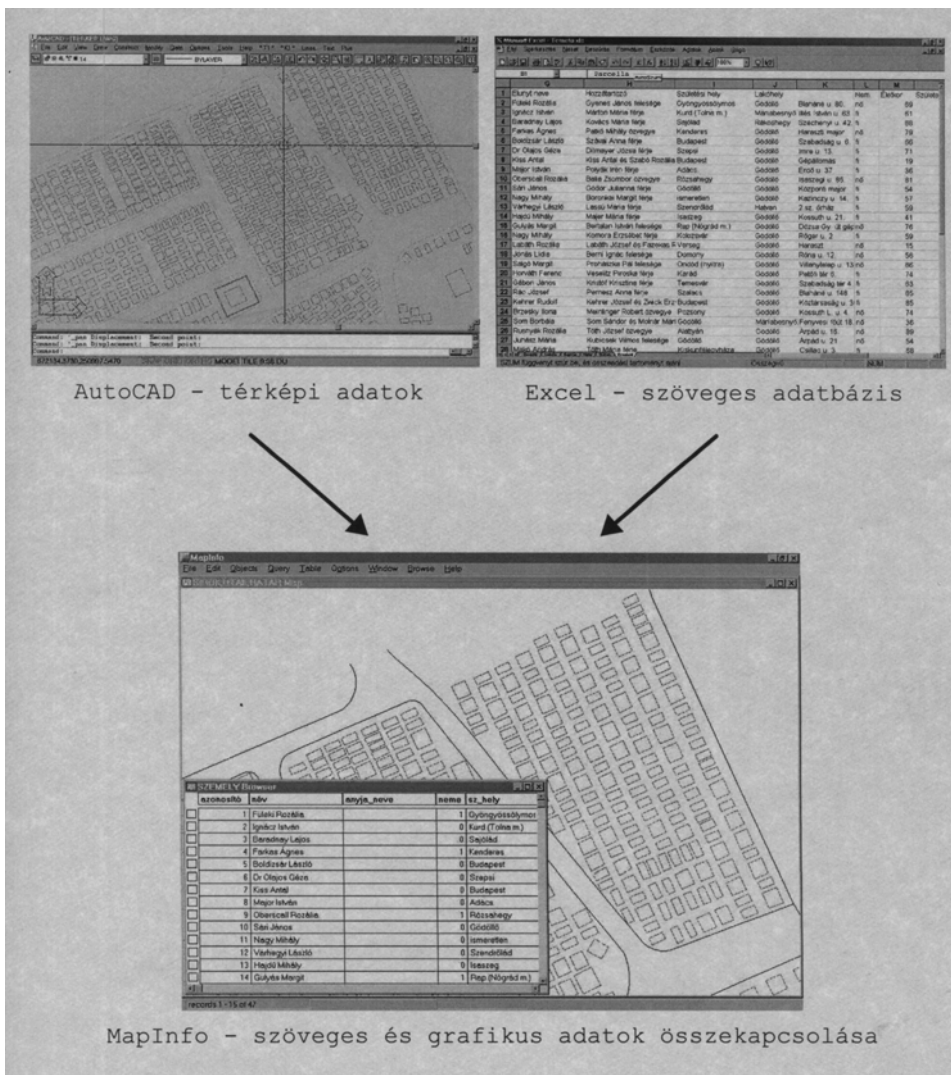


Figure 3: Connecting the graphic and alphanumeric database

Meggyőződésem, hogy a temető GIS országos megvalósítása hamarosan a magyarországi környezetgazdálkodás új területe lesz és ezzel komoly, új munkahelyteremtő lehetőség is. Munkánk pedig elősegíti ezt a folyamatot.

4. ábra

Elemzési lehetőségek

1. Helykijelölési eljárás

Létesítéskor és bővítéskor, az önkormányzat által javasolt normák alapján optimális hely kiválasztásához

- a. a *temető célszerű bruttó területe* 30-40 ha
- b. a *sírok összterületének aránya* a temető bruttó területéhez képest: a teljes terület 60-65%-a (korszerű: 40%) legyen
- c. *norma*: 5 nm jut egy elhunyra (az eltemetettek számának ismerete szükséges)
- d. *talajvíz* a sírgödör alsó szintjéhez képest legalább 0.5 m (egyébként csak urnaelhelyezésre alkalmas)
- e. *ideális lejtés*: 2-5% (10%-nál nagyobb nem célszerű)
- f. *közművek*
 - közvilágítás,
 - vízellátás (a vízvételi helyek a parcellák között 50 m távolságra legyenek bárholnan)
 - szennyvízelvezetés
 - hulladékgyűjtés (minden 30-40 méteren) (10/1970. (IV.) ÉVM-EüM rendelet)

2. Vagyonnyilvántartás

Ravatalozó épület, burkolt út-tér, kerítés, víz- és csatornahálózat stb.

3 Temető és sírhelygazdálkodás

A temető gondnok munkáját segítő kérdéskörök

1. kiknek kell újra megváltani a sírhelyüket (25év)
2. lehet-e rátemetni adott sírhelyre
3. lehet-e újra használatba venni egy adott sírhelyet
4. sírhely keresés
5. legrövidebb út adott sírhelyhez

Figure 4: Options of analysis

5. ábra

Egyéb elemzési lehetőségek

- **A vallásszerkezet változásának nyomon követése**
A szükséges adatok:
 - elhunytak születési éve,
 - halálozási éve,
 - vallása.
- **A betegségek megjelenésének, elterjedésének vizsgálata**
- **A fertőző betegség kialakulásának gócponti beazonosítása**
- **A halálozási életkor változása**
- **A halálozások száma és a történelmi események közti kapcsolatok feltárása**

Figure 5: Other analysis options

6. ábra

Döntési kritériumok az elemzésekben

Alapszabály:

mindig csak egy-egy kijelölt részen temetnek,
sorrendben a következő sírokba temetnek, kivéve a kettős sírhelyeket.

Újra használatbavétel:

egyes sírhely: 25 év után,
kettős sírhely: az utolsó betemetés napja után 25 évvel,
sírbolt: szerződéstől függően 60-100 év múltán,
urnasírhely: 10 év után.
(Rátemetés és urna nem hosszabbítja meg a sírhely használatot.)

Hatósági hozzájárulás:

50 évnél régebbi vagy képzőművészeti alkotást magába foglaló síremlék lebontásához vagy áthelyezéséhez szükséges.

Rátemetés:

sírboltkönyv alapján, mely a sírboltba történő rátemetés rendjét tartalmazza.

Figure 6: Decision criteria in case of the analyses

IRODALOM

- 10/1970. (IV.) ÉVM-EüM együttes rendelet a temetőkről és a temetkezési tevékenységről. Útmutató a temetők fenntartásához és az azzal kapcsolatos önkormányzati feladatok ellátásához. Településfejlesztési füzetek 4. BM Kiadó, Budapest.
- Balassa I. (1989). A magyar falvak temetői. Corvina, Budapest.
- Nagy T. (1997). A gödöllői temető nyilvántartási rendszerének elkészítése Földrajzi Információs Rendszer alkalmazásával (diplomamunka). SZIE Gödöllő.
- Pethő Sz. (1998). Útmutató temetők korszerű nyilvántartásának elkészítéséhez a gödöllői temetők példáján (diplomamunka). SZIE Gödöllő.
- Seléndy Sz. (1972). Temetőkert. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
- Xantus Z. (1988). A gödöllői temetők története 1746-1944. Gödöllői Városi Könyvtár, 6207-es gyarapodási számú gépelt kézirat.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Harkányiné Székely Zsuzsanna

SZIE-Környezet- és Tájgazdálkodási Intézet, Térinformatikai Tanszék
2103 Gödöllő, Páter K. u.1.

*Szent István University Gödöllő, Institute of Environmental Management
H-2103 Gödöllő Páter K. u. 1.*

Tel: +36-28-420 200/2270, +36-70-316 3872; fax: +36-28-415-383

E-mail: szekely.zsuzsanna@kti.szie.hu



Állapotmonitorozási és megbízhatósági információk integrálása erőművi informatikai rendszerekben

Szabó G., ¹Varga I., ¹Bartha T.

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Közlekedésautomatikai Tanszék
Budapest, 1111 Bertalan L. u. 2.

¹Magyar Tudományos Akadémia Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézete
Rendszer- és Irányításméleti Kutató Labor, Budapest, 1111 Kende u 13-17.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az erőművi informatikai rendszerek alkalmazásának egyik célja az erőmű állapotának folyamatos monitorozása. A biztonságkritikus területen alkalmazott alrendszerek minőségének egyik legfontosabb aspektusa a megbízhatóság. Az ilyen rendszerek tervezése során a megbízhatósági paraméterek teljesítése az egyik legfontosabb tervezési szempont, ezért a paraméterek számszerűsítésre is kerülnek. Az erőművi rendszerek korszerűsödésével egyre több státuszinformáció áll rendelkezésre, az egyes részrendszerek hibás vagy degradálódott állapotáról. A státuszinformációt feldolgozva, majd a hibamodellbe integrálva olyan hibamodell nyerhető, amely a rendszer aktuális állapotát követi. A modell kiértékelése által számszerűen meghatározható a rendszer degradációjának foka. Ez a degradációs mutató fontos tájékoztatást jelent a bekövetkezett hibaesemény(ek) súlyára vonatkozólag. (Kulcsszavak: diagnosztika, produkciós rendszer, erőművi megvalósítás, hibafa, megbízhatósági analízis)

ABSTRACT

Integration of status monitoring and reliability analysis in the information systems of power plants

G. Szabó, I. ¹Varga, T. ¹Bartha

Budapest University of Technology and Economics, Department of Transport Automation
Budapest, H-1111 Bertalan L. u. 2.

¹Systems and Control Laboratory, Computer and Automation Research Institute Hungarian Academy of Sciences
Budapest, H-1111 Kende u. 13-17.

Among the reasons for the utilisation of computer engineering in power plants is the continuous monitoring of the plant's state. In the case of subsystems used in the area of critical safety one of the most important aspects of quality is the reliability of the systems. When designing such systems the realisation of safety parameters is essential, therefore these parameters are numerically expressed. Along with the modernisation of the power plants systems, the availability of state information about certain subsystems' defective status is on the increase. Processing the status information and integrating it into the error-model, a model that follows the system's actual state, can be obtained. By evaluating the model, the degree of the system's degradation can be numerically determined. This degradation indicator gives important information about the gravity of the error-event(s) that occur.

(Keywords: diagnostics, production system, realisation in power plant, fault tree, reliability analysis)

BEVEZETÉS

A biztonságkritikus környezetbe telepített védelmi rendszerek esetlegesen bekövetkező hibák esetén is tovább működnek, hiszen szinte kizárólag hibatűrő felépítésűek. A bekövetkezett hiba hatására azonban a rendszer képességei megváltoznak. Ezekben az esetekben a lehető leggyorsabban fel kell tární a hibát, és meg kell határozni annak hatását a tulajdonságokra (elsősorban a védelmi képességekre), hogy azok mennyiben változtak, degradálódtak. A hiba bekövetkezése után két feladatot kell elvégezni:

- hibalokalizálás,
- degradáció-elemzés.

A két funkciót egyesítő „Hibalokalizáló és degradáció-elemző modul” alkalmazásának célja a Paksi Atomerőmű új Reaktorvédelmi Rendszerében az *RVR állapot ellenőrző* rendszer által szolgáltatott adatok feldolgozása és az üzemeltető, továbbá technológusi személyzet jelenleginél pontosabb tájékoztatása az RVR-ben bekövetkezett meghibásodásokról. Másik fontos feladat a hibafa analízisen alapuló degradáció-elemzés, amelynek működése a hibalokalizáló modul által készített vizsgálat eredményeire támaszkodik.

A következő fejezetekben bemutatjuk a hibalokalizálás elvét a konkrét megvalósítást, majd ezen modul eredményeit felhasználva ismertetjük a degradáció elemzés lépéseit. A „Hibalokalizáló és degradáció-elemző modul” a Paksi Atomerőműben a COSMOS projekt részeként fejlesztették ki. **COSMOS**=Computerised Operation Support for Management, Optimisation and Surveillance (Tudásintenzív információs technológia bonyolult ipari rendszerek biztonságos és optimális működtetéséhez).

ANYAG ÉS MÓDSZER

Hibalokalizálás diszkrét rendszerekben

A diszkrét rendszerekhez kidolgozott hibafelismerő és lokalizáló modul a digitális folyamatirányító számítógépeknek és számítógép hálózatoknak, mint önálló rendszereknek vizsgálatát célozza meg. Ezek a rendszerek a sokoldalú felhasználhatóság érdekében általános elvek szerint épülnek fel és kevésbé specifikusak az alkalmazási környezetre nézve. Ugyanakkor bonyolultságuk sokszor összevethető az általuk monitorozott, illetve szabályozott folyamatok és termelési rendszerek összetettségével. A bonyolult felépítés és a nagy alkatelem szám egyrészt megnöveli a meghibásodások lehetőségét, másrészt egy bekövetkezett hiba pontos okának felderítése esetenként komoly szakértői ismereteket és hosszas vizsgálatokat igényel. Célszerű tehát ezeket a rendszereket önálló, az ipari folyamat-tól jórészt független, saját hibafelismerő és tanácsadó számítógépes alrendszerrel ellátni.

A hibalokalizálási és diagnosztikai feladat diszkrét rendszerekben

A hibafelismerést és lokalizálást végző modul az ipari rendszer berendezéseinek normálistól eltérő viselkedését mérések, tesztek és on-line számítások alapján korai fázisban detektáló eszköz. A modul mind a folyamat részét képező eszközök (mérő és beavatkozó szervek, valamint egyéb passzív és aktív komponensek), mind pedig a szabályozó/felügyelő (jellemzően digitális számítógép) rendszerek állapotának megfigyelésére képes. Egy diszkrét rendszer esetén a normális állapottól való eltérést (illetve annak lehetséges okait) a modul a komponensek hibamodellje és a rendszerben elvégzett tesztek eredményei alapján határozza meg. A hibafelismerés *modell-alapú*, ahol a formális modellt az adott rendszer elemeinek normális és hibás működés esetén tapasztalt viselkedési modellje és a hibamodell segítségével kidolgozott tesztek testesítik meg (*Fensel és Benjamins, 1996*).

A modell-alapú hibadiagnosztikai feladat formális leírása a modellezett rendszer leírásával, az ún. *diagnosztikai specifikációval* kezdődik (Peter és Lucas, 1998). A Σ diagnosztikai specifikáció egy olyan hármass $\Sigma=(\Delta,\Phi,e)$, ahol Δ jelöli a fizikai meghibásodásokat, illetve belső hibaállapotokat, Φ a rendszerben levő belső, illetve megfigyelhető hibajelzések halmaza és e a *tanúsítvány függvény*. A tanúsítvány függvény a hibás rendszer viselkedési leírása. Tartalmazza egyrészt a komponensek normális működésének leírását hibák jelenlétében (hibaterjedési jelenségek), a komponensek hibaszemantikáját, azaz viselkedését a komponens meghibásodása esetén, és a rendszer struktúráját, a komponensek közötti kapcsolatokat. A tanúsítvány függvény tehát egy

$$e : \wp(\Delta) \mapsto \wp(\Phi) \cup \{\perp\}$$

típusú leképezést hajt végre Δ és Φ hatványhalmazai között. Hibajelzés hiányában hibafelismerés és diagnosztika nem lehetséges, így elvárjuk, hogy minden $f \in \Phi$ hibajelzésre létezzen egy olyan meghibásodás halmaz, amelyet f *tanúsít*, azaz $e(D)=f$ vagy $e(D)=\neg f$, esetleg mindkettő. Ez utóbbi esetben az f hibajelzés léte vagy hiánya nem függ a D hibahalmaztól. A modell része a $\perp$ szimbólummal jelölt ellentmondás vagy *inkonzisztencia* is, amely a diagnosztikai feladat megoldása során fontos szerephez jut. A tanúsítvány függvénnyel kapcsolatos elvárás, hogy minden lehetséges $D \subseteq \Delta$ meghibásodás halmazra, ha $d, \neg d \in D$ (tehát a ténybázis inkonzisztens), akkor a leírás ezt kimutassa, azaz $e(D)=\perp$. Ugyancsak fontos elvárt tulajdonság, hogy minden $D, D' \subseteq \Delta$ meghibásodás halmazra, ha $e(D) \neq \perp$, azaz ha az $e(D)$ hibajelzés halmaz *megfigyelhető*, akkor ez teljesüljön D minden részhalmazára is, tehát $D' \subseteq D$ esetén $e(D') \neq \perp$ is megfigyelhető legyen.

A diagnosztikai specifikáció leírja a rendszer hibamodelljét. A hibamodell ismeretében a *diagnosztikai probléma* $P=(\Sigma, E)$ a Σ specifikáció kiegészítése az $E \subseteq \Phi$ *megfigyelések* halmazával. A diagnosztikai probléma megoldását egy *diagnosztikai algoritmus* formájában keressük, amely egy

$$R_{\Sigma, e|H} : \wp(\Phi) \mapsto \wp(\Delta) \cup \{u\}$$

típusú leképezést valósít meg. A diagnosztikai algoritmust egy konkrét megfigyelésre alkalmazva áll elő az $R_{\Sigma, e|H}(E) = D$, $D \subseteq \Delta$ formájú *diagnosztikai eredmény*, azaz az algoritmus a megfigyelésekből következtet vissza a meghibásodások azon körére, amely azt előállíthatta. Az algoritmus kimenete lehet az u szimbólum is, amely azt jeleníti meg, hogy a diagnosztikai problémának az adott megfigyelések mellett nincs megoldása. Az algoritmusban használt $e|_H$ *korlátozott tanúsítvány függvény* azt fejezi ki, hogy a hibamodell méretét gyakorlati rendszerekben a modellméret kezelhető mértéken tartása érdekében általában valamilyen tervezési vagy tapasztalati szemponttal alátámasztott H hibahipotézisre korlátozva írjuk fel. Ilyenkor a modellezett fizikai meghibásodások, illetve belső hibaállapotok köre a $H \subseteq \Delta$ halmazra korlátozódik. Például egy kéthiba-tűrő, fail-stop rendszerben elég a diagnosztikai specifikációt az egy és kéthiba esetekre korlátozni, hiszen három, vagy annál több hiba bekövetkezése után a rendszer leáll, a hibajelzések elérhetetlenné válnak, azaz diagnosztika nem lehetséges.

A diagnosztika formális leírásából látható, hogy a diagnosztikai feladatban a tudásbázis szerepét a tanúsítvány függvény alakjában megadott viselkedési leírás játssza. Az $e(\dots)$ tanúsítvány függvény központi szerepének köszönhetően a tulajdonságaiból számos diagnosztikai jellemzőre következtethetünk. Például amennyiben e monoton növekvő vagy csökkenő, akkor maga a diagnosztikai következtetési folyamat is *monoton*

lesz. Ha a tanúsítvány függvény invertálható, akkor az inverz tanúsítvány függvény segítségével olyan produkciós rendszer hozható létre, amely a diagnosztikai feladatot nem hátra, hanem előre irányuló következtetési mechanizmussal oldja meg. A tanúsítvány függvény lokális tulajdonságai alapján kategorizálhatók a *korrelált hibák*, a *hibaeltakarás* és egyéb diagnosztikai fogalmak. Az irodalomban (Poole, 1998a és 1998b) a diagnosztikai feladat megoldásának két fő stratégiája terjedt el.

1. *Konzisztencia-alapú diagnosztika.* A konzisztencia-alapú diagnosztika lényege, hogy a rendszermodellben a komponens hibaállapotok olyan hozzárendelését állítsa elő, amely konzisztens a megfigyelésekkel. A konzisztencia-alapú megközelítés a rendszermodell az elsőrendű predikátumkalkulus eszközeivel írja le. Három fő elemből áll: az **SD** halmaz predikátumokból alkotott kifejezésekkel a rendszer normális működését írja le, a **COMPS** halmaz a rendszerkomponenseknek megfeleltetett konstansok halmaza, az **OBS** halmaz pedig a megfigyeléseket leíró predikátum kifejezések halmaza. A diagnosztikai probléma megoldása olyan pozitív (a komponens hibás) vagy negatív (a komponens hibátlan) literálok rendelése a komponensek teljes (vagy részleges) köréhez, melyben a következő két feltétel teljesül:

$$D = \{ \text{Abnormal}(c) \mid c \in C \} \cup \{ \neg \text{Abnormal}(c) \mid c \in \text{COMPS} \setminus C \}$$

ahol:

$$C \subseteq \text{COMPS}$$

$$\text{SD} \cup \text{OBS} \cup D \not\models \perp$$

A bevezetőben használt jelölésrendszerrel a konzisztencia-alapú diagnosztika a következő módon definiálható:

$$CB_{\Sigma, e|H}(E) = \begin{cases} H & \text{ha } \forall f \in E : f \in e|_H(H) \vee \neg f \notin e|_H(H), \\ u & \text{egyébként.} \end{cases}$$

2. *Kauzalitás-alapú (abduktív) diagnosztika.* A kauzalitás alapú diagnosztika a rendszer normális vagy hibás működését leíró modellt oksági kapcsolatok formájában írja le. Kétfajta oksági kapcsolat különböztethető meg: az *erős* és a *gyenge* kauzalitás. Erős kauzalitás esetén amennyiben egy adott meghibásodási halmaz jelen van a rendszerben, akkor a kauzálisan hozzárendelt hibajelzés halmaznak is jelen kell lennie. Ebben az esetben a tanúsítvány függvény kifejezhető logikai implikációk formájában a következő módon: $d_1 \wedge \dots \wedge d_i \rightarrow d_j$ és $d_1 \wedge \dots \wedge d_i \rightarrow f_k$ azaz a $d_1, \dots, d_i$ meghibásodások együttes fellépte okozza a d_j belső hibaállapotot és létrehozza az f_k hibajelzést. Az oksági specifikáció $C=(\Delta, \Phi, \mathfrak{R})$ a rendszer leírása ezekkel az eszközökkel. Elemei a meghibásodásokat jelölő literálokat tartalmazó Δ halmaz, a hibajelzésekhez rendelt Φ literál halmaz és a fenti logikai kifejezésekből álló $\mathfrak{R}$ viselkedési leírás. (Gyakori eset, hogy $\mathfrak{R}$ csak a rendszer hibás működésének leírására szorítkozik, ekkor az elemek *abnormitási axiómáknak* szokás nevezni.) Amennyiben rendelkezésre áll a rendszermodell oksági specifikációja és az E megfigyelt hibajelzések halmaza, az abduktív diagnosztikai feladat megoldása egy olyan $H \subseteq \Delta$ meghibásodás halmaz, amelyre az alábbi két feltétel teljesül:

$$\forall f \in E : \mathfrak{R} \cup H \Rightarrow f,$$

$$\forall f \in E^C : \mathfrak{R} \cup H \not\models \neg f, \text{ ahol } E^C = \{ \neg f \in \Phi \mid f \notin E \}$$

A két feltétel azt felezi ki, hogy a H halmazba foglalt hibahipotézisek igazoltnak tekinthetők, amennyiben jelenlétük maga után vonja az összes megfigyelt aktív hibajelzés felléptét (*fedési kritérium*), ugyanakkor nem hoz létre egyetlen olyan hibajelzést sem, amely a megfigyelések szerint inaktív (*konzisztencia kritérium*). A fenti erősen kauzális diagnosztikai problémáról könnyen igazolható, hogy nem monoton és diagnosztikailag nem független.

A gyenge kauzalitás elve azt mondja ki, hogy adott meghibásodási halmaz jelenléte nem feltétlenül vonja maga után a kauzálisan hozzárendelt hibajelzés halmaz minden elemének jelenlétét. Legjellemzőbb példa a gyenge kauzalitás elvének alkalmazására az intermittens hibák modellezése. Az intermittens hibák a rendszerben jelen levő olyan fizikai meghibásodások, amelyek lappangó belső hibaállapotokat hoznak létre, de ezek a belső hibaállapotok igen bonyolult aktiválódási mechanizmusokon keresztül jutnak ki a rendszer megfigyelhető kimenetére. Így az általuk létrehozott hibajelzések ritkán, sztochasztikus jelleggel jelentkeznek és hibaszemantikai szempontból a tranzien্স hibákkal azonosak.

Az erősen kauzális diagnosztikai probléma leírásában használt oksági specifikáció kis kiegészítéssel a gyengén kauzális diagnosztikai probléma leírására is alkalmas. Az $\mathfrak{R}$ viselkedési leírás logikai kifejezéseibe egy további tagot veszünk fel, az α_j^d és α_k^f alakú *feltételes literálokat*. Ezekkel a kiegészítésekkel a gyenge kauzális oksági specifikációban a logikai implikációk a $d_1 \wedge \dots \wedge d_i \alpha_j^d \wedge \rightarrow d_j$ és $d_1 \wedge \dots \wedge d_i \alpha_k^f \rightarrow f_k$ alakot öltik.

A gyakorlati megvalósítás szempontjai és módszerei

A diszkrét rendszerekben a modell alapú hibadiagnosztikai feladat fenti összefoglalása jól mutatja, hogy a feladat reprezentációjában és megoldásában jól használhatók a kauzális leírások. Erre a reprezentációs formára épül a szakértői rendszerekben igen széles körben használt *produkciós rendszer* típusú felépítés. Ezek három fő komponensből állnak: a következtetési folyamat pillanatnyi állapotát tükröző *tényadatbázis*, a szakértői tudást oksági kapcsolatok formájában tartalmazó tudásbázis és a következtetési folyamatot irányító *vezérlési stratégia*. Ez utóbbi a monoton következtetési folyamat esetén egyszerűen a tudásbázist alkotó szabályok feltételrészére végzett mintaillesztést, az illeszkedő szabályok közül a következő végrehajtandó kiválasztását és a következmények hatására létrejövő új tényeknek a tényadatbázishoz adását jelenti. A monotonitásnak köszönhetően ilyenkor a ténybázis tartalma folyamatosan bővül, egy korábban végrehajtott szabály következményeit sohasem kell visszavonni. A valós rendszerekben azonban igen ritkán tartható a következtetési folyamat monotonitása.

Nemmonoton következtetés esetén egyes szabályok végrehajtásakor a létrejövő új tények a tényadatbázis aktuális tartalmával egyesítve megsérthetik a konzisztencia feltételeket. Ilyenkor a diagnosztikai következtetési folyamat ellentmondásra jutott, egy vagy több már végrehajtott szabály visszaléptetésére van szükség. A visszalépés során a tényadatbázis aktuális állapotát (a modell elemeit megjelenítő logikai változók aktuális értékkombinációját) ki kell zárni a további vizsgálatból, majd vissza kell állítani a tényadatbázisnak a szabály végrehajtása előtti állapotát. A visszalépéssel kiegészített vezérlési stratégia tehát azt határozza meg, hogy hogyan (mennyire hatékonyan) járja be a következtetési folyamat a diagnosztikai modell állapotterét. A keresés hatékonysága feladat-specifikus heurisztikák bevonásával javítható. Az általánosan használható neminformált keresési módszerek hatékonyság szempontjából elmaradnak a heurisztikus módszerekkel szemben, azonban nagy előnyük, hogy nem tartalmaznak alkalmazásfüggő elemeket.

A produkciós rendszer alapú felépítés a Paksi Atomerőmű Reaktorvédelmi Rendszer hibadiagnosztikájának tervezett tartamát tekintve a feladathoz jól illeszkedő megoldásnak tekinthető. Számos előnye közül néhány: széles körű irodalmi és alkalmazási háttérrel rendelkezik, viszonylag egyszerű mechanizmusokat igényel (így könnyen implementálható), számos a módszert támogató eszköz férhető hozzá, tudásbázisát a szakértők könnyen előállíthatják és karbantarthatják. A hibafelismerő modul azonban alkalmazás-független, általános célú felépítésénél több olyan kérdés is felmerül, amely további módszerek bevonását igényli.

Nagy méretű rendszerek

A diagnosztika sok más, diszkrét rendszerek esetén fontos problémához hasonlóan egy, a rendszer állapotterében végzett keresést jelent. Sok komponensből álló összetett rendszerekben mind a rendszermodell kidolgozása, mind a keresés hatékony elvégzése nehéz feladat. Ebben segíthet a *Petri hálók* alkalmazása. A Petri háló modell egyesíti a szemléletes grafikus leírás és a mögöttes jól definiált matematikai formalizmus előnyeit. A modell strukturális elemei a *helyek*, *átmenetek* és a közöttük kapcsolatot teremtő irányított *élek*. A dinamikus működést *tokenek* biztosítják, amelyek az átmenetek *tűzelése* során a bemeneti helyekről a kimeneti helyekre kerülnek. A modell egy állapotát a jelölés, azaz az n helyen levő tokenek száma, mint egy n elemű vektor adja meg. A Petri háló jelöléstől nem függő tulajdonságait a *hely* és a *tűzelési invariánsok* jellemzik.

Portinale és munkatársai dolgozták ki a Petri hálók diagnosztikai felhasználásának elméletét (*Portinale*, 1993). Amennyiben a rendszer viselkedési modellje leírható a fenti, elsőrendű predikátumokat tartalmazó, negálásmentes literálokból alkotott logikai kifejezésekkel, akkor a modell egyszerű transzformációval Petri hálók alakra hozható. A *helyek* belső hibaállapotoknak felelnek meg, a meghibásodások *forrás átmenetekkel*, a megfigyelhető hibajelzések pedig *nyelő átmenetekkel* fejezhetők ki. A forrás és nyelő átmeneteket összekötő háló a hibaterjedési folyamatokat írja le. A Petri háló alapú diagnosztikai rendszermodellben a tokenek a forrásoktól indulnak, és ha a nyelőig eljutnak (azaz a valóságban a hibák hatása eljut a felhasználóig), akkor elhagyják a hálót, ami így kiürül. A diagnosztikai probléma a transzformált modellben tehát az *átmenet invariánsok* kiszámításával oldható meg. Ehhez viszont nem szükséges a teljes állapotter bejárása, helyette mátrix eliminációs technikák használhatók. Erre a feladatra pedig számos hatékony algoritmus ismert még igen nagy mátrixméret mellett is.

Többértékű hibamodellek kezelése

A hagyományos színezetlen Petri hálók hátránya, hogy csak kétértékű leírást valósít meg (a tokenek színezetlenek, egy helyen vagy van token, vagy nincs). Ez már akkor is hátránnyá válhat, ha a modellezett rendszer hibamodelle bináris (vagy jó, vagy rossz állapotú komponensek), hiszen sok esetben a komponensek egy részhalmazát a diagnosztika nem tudja besorolni a két kategória egyikébe sem. Ilyenkor három hibaállapotra van szükség: *jó*, *rossz* és *ismeretlen*. Az ilyen jellegű problémák kezelésére született meg a *színezett Petri háló* formalizmus, amely a tokenekben bevezeti a „színek” fogalmát. A színek értelmezése igen tág lehet, akár komplex absztrakt adattípusokat is jelölhetnek. Ennek megfelelően a tokeneken értelmezett műveletek köre és így a színezett háló modellező ereje is jelentősen kibővül. Ugyanakkor a diagnosztika szempontjából fontos invariáns számítás a színezett Petri hálókra is általánosítható, így a diagnosztikai probléma azonos módon kezelhető.

Amennyiben a rendszert alkotó komponensekre részletes, több hibamódot tartalmazó hibaszemantikai modellel jellemezhetők, akkor a problémátér még kis számú

komponenst illetően is igen nagyra nőhet. Ekkor a színezett Petri hálónál hatékonyabb modellező eszköz a *kényszerháló alapú* reprezentáció. A kényszerháló modell három fő elemből áll: az $X=\{x_1, \dots, x_n\}$ *változók* halmaza, a változókhoz rendelt $D=\{d_1, \dots, d_n\}$ *domének*, azaz értékészletek halmaza, valamint a változók közti kölcsönös függést, azaz kétirányú kapcsolatot definiáló $C=\{c_1, \dots, c_k\}$ *kényszerek* halmaza. A modell grafikus megjelenítésében a változókat csomópontok, a kényszereket pedig a csomópontok között húzott élek jelenítik meg. A *kényszerkielégítési probléma* (Constraint Satisfaction Problem, CSP) lényege a változók összes olyan lehetséges érték hozzárendelésének megkeresése, amikor a kényszerháló összes kényszere teljesül. Látható, hogy a diagnosztikai feladat egyszerűen vihető át a CSP problémakörébe: a változók jelképezik a rendszerkomponenseket, a változók értékészlete a hibamódokat (ezek között természetesen a hibátlan működést is!), a kényszerek pedig a komponensek kommunikációs és egyéb kapcsolatait, és a hibaterjedési mechanizmusokat modellezzik [Altmann et al., 1996]. A megfigyeléseket speciális, egy elemű értékészlettel rendelkező változók rögzítik. A kényszerkielégítési probléma megoldása szolgáltatja azokat a komponens hibamódokat, amelyek kompatibilisek a megfigyelésekkel, ez tehát konzisztencia alapú diagnosztikai megoldás.

Bizonytalanság, valószínűségi folyamatok modellezése

Szakértői rendszerekben a kezdetektől fontos kritériumként jelent meg a nem teljesen megbízható ismeretek vagy következtetések kezelése. Ilyen problémát vet fel pl. a véletlen jellegű folyamatok kezelése, igen bonyolult rendszerek közelítő leírása, vagy nem teljesen ismert jelenségek figyelembevétele. Amennyiben a bizalom mértéke az ilyen tudásbázis elemeiben (jó közelítéssel) számszerűsíthető, akkor az ismeretek valószínűségi alapú kezelését valósíthatjuk meg. Produkciós rendszerben a valószínűségi alapú következtetési folyamat kézenfekvő megvalósítása az, hogy a ténybázis elemeihez valószínűségeket, az egyes következtetésekhez pedig feltételes valószínűségeket rendelünk. Ekkor a ténybázis egyes elemeinek valószínűségét a kiinduló valószínűségekből a Bayes-tétel segítségével számíthatjuk:

$$P(d_i | f_j) = \frac{P(f_j | d_i) P(d_i)}{\sum_k P(f_j | d_k) P(d_k)}$$

A fenti gondolatmenet általánosításaként foghatók fel a függőségeket grafikus modellben megjelenítő *Bayes hálók* (Heckerman, 1995). A kényszerhálókhoz hasonlóan a Bayes háló modellek is három fő elemből állnak: az $X=\{x_1, \dots, x_n\}$ *változók* halmaza, a változókhoz rendelt $P=\{p_1, \dots, p_n\}$ *lokális valószínűség-eloszlások*, és a változók közti feltételes függés kapcsolatot definiáló $S=\{s_1, \dots, s_k\}$ *hálózati struktúra*. A modell grafikus képében a változókat csomópontok, a feltételes függés kapcsolatokat pedig a csomópontok között húzott irányított élek jelenítik meg. A Bayes-tétel segítségével a hálóban valószínűségi következtetési szabályokat alkalmazó algoritmusokat dolgoztak ki, melyek képesek a megfigyelések rögzítése után bármely változóhoz rendelt valószínűséget meghatározni.

A Bayes háló formalizmus nagy előnye a hibafa reprezentációval való szoros kapcsolata. Egyszerű algoritmussal a létező hibafák Bayes hálóvá transzformálhatók (Portinale és Bobbio, 1999). A transzformált modellből a Bayes hálókhoz kidolgozott algoritmusokkal ugyanazok az információk kinyerhetők, mint a hibafa modellből, de a Bayes háló általánosabb volta és nagyobb eszközkészlete révén még további információkat is szolgáltat. Ugyancsak nagy előny, hogy a Bayes hálók paraméterei tanítással a valós

mérési eredményekből automatikusan is beállíthatók és finomhangolhatók. A modell hátránya a hibafa alapú megoldással szemben kisebb elterjedtsége és a (kommerciális) megoldó eszközök hiánya.

Időfogalom, a dinamikus viselkedés figyelembevétele

Az idő figyelembevétele a következtetési folyamatban a *temporális logika* foglalkozik (van Benthem, 1995). Az idő beépítésére a logikai folyamatba két fő irányzat terjedt el: a modális logikai és a predikátum alapú megközelítés. A *modális logikai megközelítés* a természetes nyelvben előforduló idővel kapcsolatos fogalmak logikai reprezentációjával foglalkozik. Két gyenge („valamikor előfordult” és „valamikor előforduló”), továbbá két erős („mindig igaz volt, hogy”, ill. „mindig igaz lesz, hogy”) modális operátort definiál, s ezek logikai kapcsolatát vizsgálja. A négy modális operátorhoz később két további bináris temporális operátor („azóta, hogy” és „addig, amíg” jelentéssel) társult. A modális logikai módszert kiterjesztették *diszkrét idejű* rendszerekre is. Bár a modális megközelítésű temporális logika elemei hasznosak lehetnek a szakértői tudásbázis formalizálásában, az általa biztosított következtetési eszközök kevésbé jelentősek a diagnosztikai alkalmazásokban.

A *predikátum-elvű* temporális logikában az időfüggő jelenségeket leíró predikátumokategy további *idő attribútummal* látják el. Az időbeliséget (pl. a modális logika 4+2 operátorát) temporális predikátumok bevezetésével lehet a modellben megjeleníteni. Néhány axiómával megteremthető a temporális predikátumok kapcsolata. A megközelítés nagy előnye, hogy ezek után a következtetésre az elsőrendű predikátumkalkulus módszerei változatlan formában használhatók.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A hibalokalizáló modul a Paksi Atomerőmű Reaktorvédelmi Rendszerében

A paksi Reaktorvédelmi Rendszer (RVR) feladata a működő nukleáris reaktor blokk bizonyos kiemelt technológiai paramétereinek folyamatos megfigyelése és az egyes paraméter-konfigurációk által meghatározott vészhelyzetekben operátori riasztások kiadása, végső esetben pedig a blokk leállítása. Az RVR kialakítása a SIEMENS TELEPERM/XS (TXS) digitális folyamatirányító rendszerre épül, ami architektúra szempontjából elosztott többprocesszoros jelfeldolgozó számítógéprendszernek tekinthető. A TXS rendszerprogramja tartalmaz beépített processzor önteszt és monitorozó funkciót, valamint a felhasználói feldolgozásokat definiáló adatbázis (a TXS rendszeren „futó felhasználói applikáció”) szintén megad tesztjeleket és ellenőrzési lehetőségeket (Bokor et al., 1997).

Az RVR felhasználói szoftvere ezek segítségével a reaktorvédelemben bekövetkező, rendelkezésre állást befolyásoló meghibásodások által kiváltott jelzésekről és védelmi eseményekről információt gyűjt. Ezen adatok köre négy részre osztható: a rendszert alkotó számítógépek processzorainak ellenőrzése, az analóg bemeneti értékek hihetőségének vizsgálata, a digitális bemeneti értékek hihetőségének vizsgálata és a neutronfluxus (NF) jellemzők monitorozása. Az összegyűjtött információkat RVR állapot ellenőrző rendszer továbbítja az egyes kisegítő alrendszerek, többek között a karbantartási és ellenőrző feladatokat ellátó Szerviz számítógép és a rendszeradatokat megfigyelő és archiváló blokkszámítógép (BSZG) felé. A BSZG feladata a fontosabb technológiai és üzemeltetési jellemzők megjelenítése és archiválása. A BSZG-n tehát az RVR pillanatnyi állapota is megtekinthető, de a meghibásodásokról és eseményekről gyűjtött információk SQL archívumok formájában a BSZG-t alkotó szervereken

tárolódnak, továbbá (korlátozott ideig) utólag is visszakereshetők. Ezen adatok az RVR rendszer hardver és szoftver struktúrájának ismeretével kiegészítve lehetőséget adnak arra, hogy a reaktorvédelem esetleges hibáiról képet kapjunk, valós hiba bekövetkezésekor pedig a lehető legpontosabban behatároljuk annak helyét és jellegét.

Az FMH értelmező modul és az FMH adatbázis

Az FMH értelmező modul feladata a Feltételezett Meghibásodások Halmazát definiáló, szöveg formátumú fájlok beolvasása és feldolgozása. Az FMH adatbázisaiban definiálja az elemzésben figyelembe vett komponensek és jelek körét, továbbá megadja az egyes lehetséges hibákhoz tartozó diagnosztikai feltételrendszert. A diagnosztikai állapot és a feltételek leírására, valamint a kiértékelés mechanizmusához az ítélet, továbbá a predikátumkalkulus eszközeit használja fel. Az FMH jelenlegi formájában a következő három fő részből áll: *alapadatok*, *alapesemények*, és a *feltételezett meghibásodások*.

Az *alapadatok* jelentik azokat a diagnosztikai információkat, amelyeket a védelmi rendszer a Hibadetektáló modul számára szolgáltatni képes. Ezek elsősorban az ún. processzor státusz szavakat hordozó jelek, valamint a BSZG-t alkotó szerverek archívumaiban található további jelfelület. (A processzorok státusz szavai lokalizált hibainformációkat jelenítenek meg, így a rendszerbe épített öntesztek eredményeinek komponensekhez kötött megjelenítéseként foghatók fel.) Az *alapesemények* és a *feltételezett meghibásodások* a hibák kialakulásának feltételeit, terjedését és a kimeneten való megjelenését leíró logikai állításokból készített adatbázisok. A két adatbázis tehát felépítésében megegyezik, azonban közöttük hierarchikus viszony van: míg az alapesemény adatbázisban kizárólag alapadatok logikai kifejezései szerepelnek, addig a feltételezett meghibásodások adatbázisban szereplő kifejezések feltétel részei már az alapesemény feltételek következmény részében szereplő logikai változókból állnak. Ez a hierarchikus felépítés a nagyszámú feltételt tartalmazó logikai formula halmaz felépítését strukturáltabbá és könnyebben áttekinthetővé teszi. Ugyanakkor a tagolás a meghibásodási és hibaterjedési mechanizmusokat is jól kifejezi: az alapesemények kifejezéseinek feltétel részei a *fizikai meghibásodásokhoz* kapcsolódnak és a lehetséges hibaok hipotéziseket jelentik, míg következmény részek a meghibásodás hatására létrejövő *belső hibás rendszerállapotokat*. A feltételezett meghibásodások feltétel részei ezen hibás rendszerállapotok kombinációiból állnak és azt fejezik ki, hogyan jutnak ezek a hibák a rendszer kimenetére. A rendszerfelületen is észlelhető belső hibás rendszerállapotok eredményei a következmény részben szereplő *hibaesemények*.

Az FMH adatbázis tárolására a könnyen olvasható és karbantartható szöveges formátumot ajánljuk. Az alapadatok esetében a feldolgozott jelfelület definiálására és jellemzőinek megadására van szükség, ezért ebben az esetben egy határoló karakterrel elválasztott mezőkből álló szöveges táblázatot használhatunk. Ez a formátum egyszerű szövegszerkesztővel is létrehozható és módosítható, ugyanakkor táblázatkezelő programmal könnyen és hatékonyan manipulálható. Az alapesemények és az FMH bejegyzések esetében a produkciós rendszerekben széles körben használt „**HA logikai feltétel AKKOR következmény**” típusú leírás alkalmazható. A felhasznált logikai kifejezéseket a könnyen olvasható *infix* formátumban célszerű megadni. Ez a formátum a standard matematikai jelölésrendszernek felel meg, melyben a változókat operátorok választják el, a kifejezés kiértékelése balról jobbra halad, és zárójelekkel változtatható meg az operátorok kiértékelési precedenciája. Példaként bemutatjuk az FMH adatfájl egy részletét az *1. ábrán* (az első néhány sor után a fájl fennmaradó részét levágtuk és a „...” karakterrel helyettesítettük).

1. ábra

A paksi Reaktorvédelmi Rendszer FMH szabálybázisának részlete

```

<fmh>
<rulebase type="BEU" name="H1" version="1.001.004" date="2002-10-29 12:34" crc="00000000">
HA 20HQ02K2001ZF91:6-13 = 255 AKKOR U2_H1_GWA_$_STC_MCR = 1
HA 20HQ02K2001ZF91:2 = 1 ES 20HQ02K2001ZF91:3 = 1 AKKOR U2_H1_GWA_$_MSI_MCR = 1
HA 20HQ02K2001ZF91:4 = 1 ES 20HQ02K2001ZF91:5 = 1 AKKOR U2_H1_GWA_$_MSI_MCE = 1
HA 20HQ02K2001ZF91:8 = 1 ES 20HQ02K2001ZF91:9 = 1 AKKOR U2_H1_GWA_$_MSI_W1 = 1
HA 20HQ02K2001ZF91:10 = 1 ES 20HQ02K2001ZF91:11 = 1 AKKOR U2_H1_GWA_$_MSI_X1 = 1
HA 20HQ02K2001ZF91:12 = 1 ES 20HQ02K2001ZF91:13 = 1 AKKOR U2_H1_GWA_$_MSI_Y1 = 1
...
</rulebase>
</fmh>

```

Figure 1: Part of the FMH rule base developed for the Reactor Protection System in the Paks NPP

Az alapadatok táblázatainak kezelése egyszerűbb, mint az alapesemények és az FMH bejegyzések adatbázisainak kezelése. Az előbbieket esetében ugyanis a táblázat minden sora egy objektumot ad meg a COSMOS objektumtárában. Így csak be kell olvasni és el kell helyezni a jelek azonosítóit, továbbá paramétereit az objektum adatbázisban, valamint ki kell alakítani a keresztkapcsolatokat az összefüggő jelek között (összetartozó jelek a három redundáns készletben, ellenőrző és forrásjelek kapcsolata stb.).

Az alapesemények és az FMH bejegyzések azonban logikai kifejezéseket tartalmaznak. Ezekben a kifejezéseket a beolvasás után értelmezni is kell, ugyanis az infix forma nem célravezető az on-line gépi feldolgozás szempontjából (számításigényes értelmezőt igényel). Ezért az infix logikai kifejezéseket az FMH értelmező átalakítja *postfix* vagy RPN (Reverse Polish Notation) alakra, mely nem tartalmaz zárójeleket, és az operandusok, továbbá operátorok a feldolgozás sorrendjében szerepelnek benne. Ennek az alaknak nagy előnye, hogy egy egyszerű veremautomatával könnyen és hatékonyan kiértékelhető.

Ezek az adatbázisokon felül az FMH értelmező kialakít két keresztreferencia táblázatot is, melyben a kifejezések eredményeül kapott logikai változók szerepelnek. Az alapadatok jeleire és az alapesemények, továbbá FMH bejegyzések logikai változóira a konvertálás során kialakított postfix kifejezésekben ugyanis nem név szerint, hanem a képzett objektum adatbázisokban hozzájuk rendelt egyedi azonosítóval hivatkozunk.

Az alapadatok objektumait és a logikai feltételekben szereplő logikai konstansokat, továbbá változókat, valamint az objektumok kapcsolatát leíró logikai kifejezéseket, s a bennük szereplő egyéb operátorokat egységes objektum struktúrában célszerű tárolni. A flexibilis kialakítás és a könnyű hozzáférhetőség miatt célszerű az FMH objektumokat is szövegesen, XML formátumban tárolni. Ennek elterjedtsége az adattárolásban és dokumentumkezelésben egyre nagyobb, továbbá számos fejlesztőkészlet támogatja, így alkalmazása is egyszerű.

Az FMH kiértékelő modul

Az FMH kiértékelő modul a Hibadetektáló modul diagnosztikai „motorja”, amely az FMH alapesemények és bejegyzések segítségével, a BSZG archívumokra támaszkodva elkészíti egy kijelölt időpontban vagy időintervallumban az RVR rendszer diagnosztikai állapotképét, illetve eseménynaplóját. Ez a következő funkciók végrehajtását igényli.

Miután a felhasználó kiválasztotta a vizsgálni kívánt időtartományt, az FMH kiértékelő modul a BSZG interfész segítségével először finomítja a megvizsgálandó időintervallumot,

majd megkéri tőle az intervallumba eső események (amikor az RVR állapota megváltozott) időpontlistáját. A időpont lista minden egyes elemére elvégzi az FMH táblák kiértékelését, ehhez folyamatosan kéri le a jelek értékeit a BSZG-től. A kiértékelendő kifejezések postfix formában elrendezett objektumokból állnak, melyet veremautomatával dolgoz fel.

A postfix forma *tokenek* rendezett listája. A tokenek egyenrangúak, közöttük prioritási különbség nincs, a feldolgozási sorrendet egyedül a tokenek sorrendje határozza meg. Négyfajta token létezik: *adat tokenek*, amiket a kifejezésekben operandusaként szereplő logikai, numerikus és esetleg szöveges konstansok és változók alkotnak; *operátor tokenek*, azaz a kifejezésekben szereplő matematikai operátorok; *funkció tokenek*, a kifejezések kiértékeléséhez szükséges műveletek, továbbá *referencia tokenek*, a hivatkozásokban használt egyedi objektum azonosítók.

Példaként bemutatjuk a paksi Reaktorvédelmi rendszer FMH szabálybázisának a H1-es kommunikációs alrendszerre vonatkozó egyik szabálya konvertálását. Az eredeti szabály az alábbi.

...
HA X0YY61K400ZQ11:11-15=21 ES X0YY62K400ZQ11:11-13=7 AKKOR
H1_MSI_Y1_STC_Y1=1
...

A gépi feldolgozáshoz lefordított fájl fenti szabályhoz tartozó része magyarázattal

Konvertált fájl	Magyarázat
...	
[12;0]	Szabály fejléce: 12-es számú szabály, prioritási szint: 0
1;SIGVAL;X0YY61K400ZQ11	1. token: az X0YY61K400ZQ11 nevű jel értéke kerüljön a verembe
2;INT;63488	2. token: egész konstans kerüljön a verembe, értéke 63488 (11-15 bit)
3;MASK;-	3. token: bináris maszkolási művelet a verem tetején levő két értékkel
4;INT;21	4. token: egész konstans kerüljön a verembe, értéke 21 (kívánt eredmény)
5;EQ;-	5. token: a verem tetején levő két érték összehasonlítása, egyenlőségre
6;SIGVAL;X0YY62K400ZQ11	6. token: az X0YY62K400ZQ11 nevű jel értéke kerüljön a verembe
7;INT;14336	7. token: egész konstans kerüljön a verembe, értéke 63488 (11-15 bit)
8;MASK;-	8. token: bináris maszkolási művelet a verem tetején levő két értékkel
9;INT;7	9. token: egész konstans kerüljön a verembe, értéke 21 (kívánt eredmény)
10;EQ;-	10. token: a verem tetején levő két érték összehasonlítása, egyenlőségre
11;AND;-	11. token: a verem tetején levő két Boolean érték logikai ÉS kapcsolata
<12;H1_MSI_Y1_STC_Y1;1>	A H1_MSI_Y1_STC_Y1 jelű alapesemény 1-es értékre állítása, ha a szabály (tokenhalmaz) kiértékelése IGAZ Boolean értékkel zárult.
...	

A postfix formában adott kifejezések gépi kiértékelése egyszerűen és gyorsan elvégezhető. A veremautomata LIFO (Last In First Out) veremből és veremvezérlőből áll. A veremvezérlő beolvassa a soron következő tokenet. Ha az adat token, akkor azt elhelyezi a verem tetején (a verem lefelé bővül, legfelül mindig az utoljára betett token van). Referencia tokeneket illetően hasonlóan jár el, csak itt a hivatkozási azonosítót teszi a verembe. Operátor vagy funkció token esetén a művelettől függő számú (általában egy vagy kettő) tokenet vesz le a verem tetejéről. Ezután elvégzi a műveletet a leemelt értékekkel, mint operandusokkal, majd a kapott eredményt tárolja a verem tetején. Az összes token beolvasása és feldolgozása után az eredmény a verem tetején képződik.

A következőkben bemutatjuk a paksi Reprezentatív Konfigurációból származó, a tesztelés során felvett egyszerű meghibásodást és annak elemzését:

2. ábra

L2-es kommunikációs kapcsolat megszakadásakor fellépő események

Dátum	Idő		Jel	Érték	Érték binárisan kifejtve																							
					AU Komm.	AU SW																						
					19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00				
2003-10-30	12:25:42	067	Y TSa1	262336																								
2003-10-30	12:25:42	077	X TSa1	262	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0				
2003-10-30	12:25:42	077	Y TSa1	393408																								
2003-10-30	12:25:42	082	X TSa1	262406	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0				
2003-10-30	12:25:42	088	X TSa1	393478	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0				
2003-10-30	12:25:42	098	Y TSa1	262336																								
2003-10-30	12:25:43	038	X TSa1	262406	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0				
2003-10-30	12:26:48	943	Y TSa1	262208																								
2003-10-30	12:26:49	043	X TSa1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0				
2003-10-30	12:26:49	043	Y TSa1	393280																								
2003-10-30	12:26:49	147	X TSa1	131078	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0				
2003-10-30	12:26:49	297	Y TSa1	262208																								
2003-10-30	12:26:49	797	X TSa1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0				

Figure 2: Events occurring due to the disruption of an L2-type communication connection

A 2. ábrán az X jelű redundáns készlet A oldali TS számítógép 1. processzora és az Y jelű redundáns készlet A oldali TS számítógép 1. processzora közti L2-es kommunikációs kapcsolat meghibásodásakor fellépő hibaesemények láthatók. A két processzor (X_TSa1-el és Y_TSa1-el jelölt) státusz szavaiban bekövetkező változások mutatnak rá a hiba okaira. Ezek közül az X készlet státusz szavát binárisan kifejtve is ábrázoltuk. Ebben a 8-as számú bit jelzi a kapcsolat megszüntét.

A diagnosztikai elemzés első lépése az archív adatok bekérése a vizsgált rendszerből a megadott időintervallumra vonatkozóan. Ezután a hibalokalizáló modul a lekérdezett adatokon végiglépkedve a szabályokban szereplő bármely jel változásakor kiértékeli a teljes szabályhalmazt és meghatározza, mely FMH bejegyzések váltak aktívvá vagy inaktívvá. Az így kapott diagnosztikai képeket (illetve azok változásait)

egyszerű, könnyen áttekinthető diagnosztikai napló formájában megjeleníti a program főablakában.

3. ábra

A Hibalokalizáló modul ablaka az FMH szabálybázis kiértékelése utáni állapotban

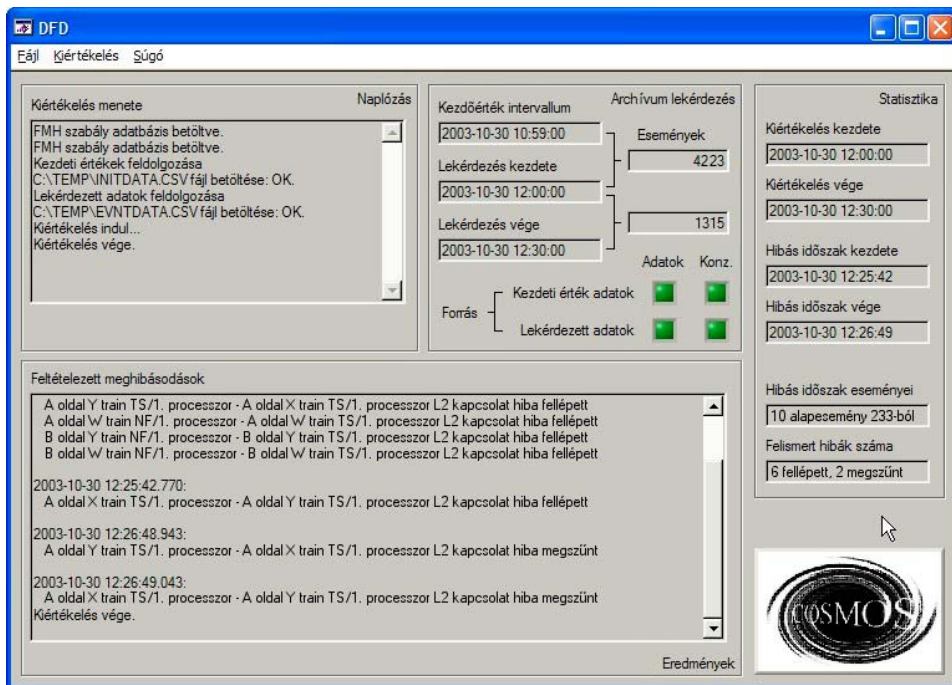


Figure 3: The view of the Fault Localisation module after the evaluation of the FMH rule base

A 3. ábrán látható a hibalokalizáló modul főablaka a kiértékelés sikeres befejezése után. Jól megfigyelhető, hogy a teszt során előidézett meghibásodáshoz tartozó két alapesemény (az X készlet TSa1 számítógéptől induló kapcsolat #L2_TSA_X1_TSA_Y1 alapeseménye, valamint az Y készlet A oldali TSa1 számítógéptől induló kapcsolat #L2_TSA_Y1_TSA_X1 alapeseménye) felléptét és megszűntét helyesen ismerte fel a program.

A degradáció-elemző modul

A modul feladata a paksi Reaktorvédelmi Rendszer (RVR) működésbiztonsági mutatóinak meghatározása. Ennek alapja a védelmi rendszerre felépített, hibafák formájában megadott megbízhatósági modell analízisén alapul. A hibafa analízis (Lee *et al.*, 1985) képes meghatározni, hogy a rendszer egyes komponensének meghibásodása után (hibafa alapesemény), hogyan változik meg egy magas szintű rendszerjellemző (csúcsesemény), amelyre a hibafát építették. Ebben az esetben az egyik ilyen csúcsesemény az RVR beavatkozása elmaradásának valószínűsége. Ez azt jelenti, hogy ha a reaktorblokk olyan állapotba kerül, hogy be kell avatkozni a működésébe (pl. le kell

állítani), akkor az RVR meghibásodásakor hogyan változik a valószínűsége annak, hogy ez a beavatkozás elmarad. A degradáció-elemző modulnak ismernie kell az RVR-ben fellépett hibát, amelyet az előzőekben ismertetett „Hibalokalizáló” modultól kap meg. A hiba ismeretében az egyes csúcseseményekre előre megszerkesztett hibafák alapeseményeit módosítja és újraszámítja a csúcsesemények bekövetkezési valószínűségeit.

A működés koncepciója: off-line műveletek

A degradáció-elemző modul számos olyan ismeretet használ fel, amelynek összegyűjtése, megadása nem a kiértékelés időpontjában, hanem azt megelőzően, az ún. *off-line* fázisban történik. Ezzel szemben azokat a műveleteket, amelyeket már egy konkrét hibaszituáció megbízhatósági kiértékelése során kell elvégeznünk, *on-line* műveleteknek hívjuk. A degradáció-elemző modul *off-line* fázisában elvégzendő tevékenységek a következők.

- A Feltételezett Meghibásodások Halmazának (FMH) definiálása. Az FMH azokat az egyedi meghibásodásokat tartalmazza, melyeket a hibadetektáló modul azonosítani képes.
- Az Alapesemény Halmaz (AH) definiálása. Az AH tartalmazza mindazokat az egyedi komponens meghibásodásokat vagy komponens meghibásodási módokat, amelyekről közvetlenül valószínűségi információkkal (modell, paraméterek /meghibásodási ráta, javítási idő, tesztelési intervallum stb./, esetleg paraméterbizonytalanság) rendelkezünk. Optimális esetben AH megegyezik FMH-val, de ez nem szükséges.
- A keresendő csúcsesemények definiálása és valószínűségi limitek létrehozása. Az analízis által szolgáltatandó végeredményekhez tartozó magas szintű események kiválasztása általában más típusú analízisek, pl. FMEA segítségét igénylik. Fontos lépés az elfogadási küszöbértékek (limitek) megadása, mert ezekhez viszonyítva lehet majd az egyes meghibásodások hatásait minősíteni.
- A hibafák felépítése és tárolása az AH elemei segítségével a kiválasztott csúcseseményekből kiindulva, a RiskSpectrum (Relcon AB) hibafa szerkesztő moduljának felhasználásával. Fontos szempont, hogy az FMH elemei vagy alapesemény szinten, vagy hibafa-kapu szintjén beépítésre kerüljenek a hibafákba. Hibacsoportok létrehozása az FMH elemeiből a hibafigyelmeztető funkció aktiválásához.
- A hibafák és az FMH konzisztenciájának ellenőrzése (ellenőrző modul). Az FMH elemek azonosítóinak meg kell egyezniük a megfelelő hibafa-alapesemény vagy kapu azonosítókkal. A hibafákban minden FMH elemhez hozzá kell rendelni legalább egy alapeseményt vagy kaput.
- A minimális vágatok generálása a felépített hibafákra (előfeldolgozás). Ezeket a műveleteket a degradáció elemző modul hajtja végre a RiskSpectrum hibafa analízis moduljának meghívásával. Mivel a RiskSpectrum hibafa analízis modulja a csúcsesemény bekövetkezési valószínűségeket két lépésben számítja (MCS, majd időfüggő analízis), az *on-line* feldolgozás jelentősen gyorsítható az első lépés előfeldolgozásként való elvégzésével.
- Egyszeres meghibásodásokhoz tartozó megbízhatósági értékek legenerálása a RiskSpectrum hibafa-analízis moduljának felhasználásával. Ugyancsak előfeldolgozásként létrehozható az egyedi meghibásodások hatását tartalmazó táblázat (1000 alapesemény esetén 1000 sor).

Ha egy egyedi meghibásodás lép fel a rendszerben, nem szükséges a hibafák on-line kiértékelése, elég az előre legenerált táblázat megfelelő sorának kikeresése. A többszörös hibák (hibakombinációk) hatása azonban már sajnos nem számítható, így ilyenkor létjogosultsága lehet az on-line kiértékelésnek, bár a feldolgozás ilyenkor is gyorsítható ismételt (kvázi on-line) elő-feldolgozással. A legtöbb esetben a többszörös hibák nem egyszerre lépnek fel, hanem először az első meghibásodás jelentkezik, majd egy bizonyos idő elteltével ehhez adódik a következő hiba hatása. Az első meghibásodás észlelésekor nem szükséges az on-line kiértékelés, csak az előre generált táblázatból keressük ki a valószínűségi értéket. E mellett azonban már fel lehet készülni a következő (esetleg be sem következő) hibára is: a már fennálló meghibásodás mellé az összes többi lehetségest véve ismét generálható egy, az előbbihez hasonló táblázat, amely rendre két meghibásodás hatását tartalmazza. A feldolgozásnak ezekben az esetekben eseményvezérelteknek kell lenniük, ciklikus hibafa-kiértékelésre, valamint felhasználó által indított kiértékelésre nincs szükség (opcióként megvalósítható, de felesleges). Az elő-feldolgozást a degradáció-elemző modul irányítja.

4. ábra

Az aktuális erőművi állapot a RiskSpectrum hibafa modell nézetében

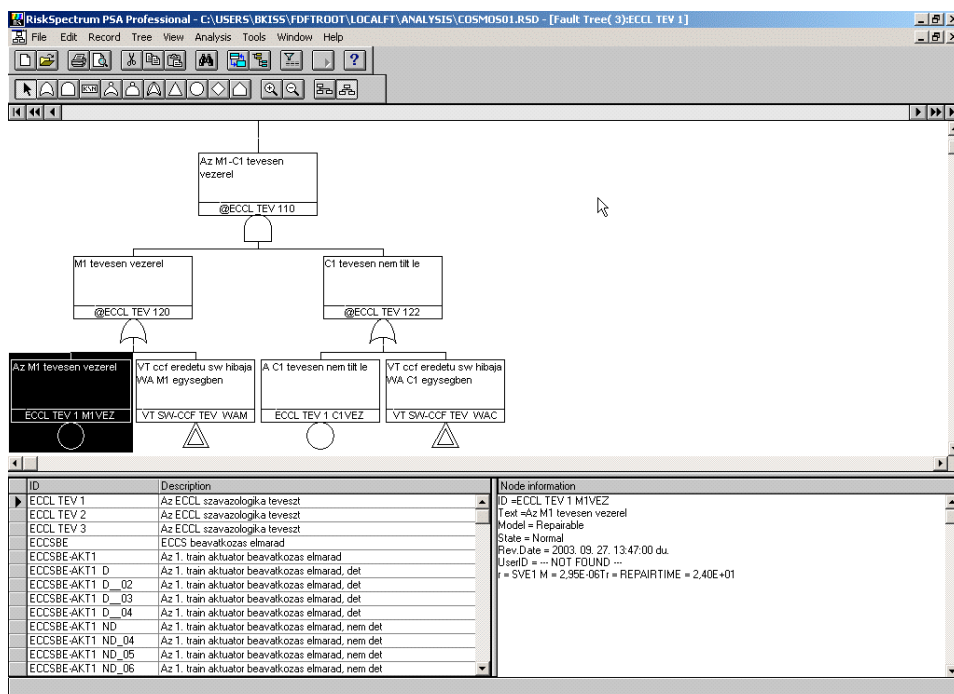


Figure 4: RiskSpectrum fault tree model view of the actual plant status

On-line műveletek

Amennyiben úgy következik be többes meghibásodás, hogy a szükséges táblázatok még nem állnak rendelkezésre, a hibafa on-line kiértékelése szükséges a RiskSpectrum hibafa

analízis moduljának on-line meghívásával. A kiértékelés várható ideje nagy rendszerekben néhány percet is igénybe vehet, ilyenkor az analízis futását, illetve a korábbi valószínűségi érték érvénytelenségét jelezni szükséges. Az on-line kiértékelés alapja a hibafa-adatbázis módosítása. Amennyiben a bekövetkezett meghibásodás (FMH elem) megfeleltethető egy alapeseménynek a hibafában, akkor az adott alapesemény valószínűségi modelljét (függetlenül annak korábbi voltától) konstans valószínűségi modellre kell cserélni, és konstans valószínűségi paraméterként 1-es értékkel kell ellátni (biztosan bekövetkezett esemény). Amennyiben az FMH elem hibafa kapunak felel meg (ez egyszerű kereséssel megállapítható az adatbázisban), az összes adott kapuhoz tartozó alapeseményen el kell végezni az átállítást (valójában a hibafán visszafelé „le kell menni” az alapeseményekig). Ennek a folyamatnak egy állapota figyelhető meg a 4. ábrán, ahol egy, a Hibalokalizáló modul által felderített hibának megfelelő hibafa alapesemény beállítása történt meg.

Ennek elvégzése után indítható a hibafa analízis modul. A hibafák módosításáról és az analízis indításáról a degradáció elemző modul automatizált módon gondoskodik az állapotkép alapján.

Ciklikus (idővezérelt) műveletek

Megadott időegységenként a hibafigyelmeztető modul meghívása. A modul feladata az FMH elemek bekövetkezésekor az időpont tárolása, valamint minden egyes bekövetkezéskor határérték-figyelési számítás indítása. A repülésben már régóta alkalmazott határérték-figyelés lényege az, hogy a már bekövetkezett meghibásodások trendjeit felállítva megállapítható, mikor nő meg kiugróan (és rendszerszintű beavatkozást igénylően) a meghibásodásszám. Ciklikusan elvégzendő feladat a határérték túllépés számítása (határérték-túllépés: adott időegység alatt a meghibásodások száma meghaladja a korábbi statisztikai adatok alapján képzett határértéket), valamint a határértékek dinamikus újraszámítása.

KÖVETKEZTETÉSEK

A bonyolult, nagy terjedelmű, biztonságkritikus berendezések meghibásodása elkerülhetetlen. A bekövetkező hiba megváltoztatja a rendszer képességeit, még akkor is, ha az hibatűrő. A megváltozott helyzetben elengedhetetlen, hogy minél gyorsabban lokalizálni lehessen a hibát, majd ezen információ birtokában el kell dönten, hogy hogyan változtak meg a rendszer képességei. Az általunk kidolgozott eljárás a Paksi Atomerőmű Reaktorvédelmi Rendszer rendszerének meghibásodásakor képes lokalizálni a hibát, majd hibafa analízissel kiszámítja a rendszer megváltozott képességeit, elsősorban a védelmi degradációját. A fejlesztés eredményeként létrejött „Hibalokalizáló és degradáció-elemző” rendszer használatával a blokki operátori személyzet képes eldönteni, hogy milyen feltételekkel üzemeltetheti tovább a reaktorblokkot, ha a reaktorvédelmi rendszer meghibásodott.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A cikkben bemutatott kutatási és fejlesztési eredmények a COSMOS projekt keretében készültek, amelyet a Magyar Oktatási Minisztérium támogatott a Nemzeti Kutatási és Fejlesztési Program keretében (NKFP) 2/016/2001.

IRODALOM

- Altmann, J. Pataricza, A. Bartha, T. Urbán, P. (1996). "Constraint Based System-Level Diagnosis of Multiprocessors", 2nd European Dependable Computing Conference {EDCC-2}, 1150, Springer-Verlag Inc., A. Hlawiczka, J.G.S. Silva, L. Simoncini, (Eds.), 403-425.
- van Benthem, J., "Temporal Logic", D.M. Gabbay, C.J. Hogger, J.A. Robinson (Eds.) (1995). Handbook of Logic in Artificial Intelligence and Logic Programming, Oxford: Clarendon Press, 241-350.
- Bokor J., Szabó G., Gáspár P., Hetthéssy J. (1997). Reliability Analysis of Protection Systems in NPPs Using Fault-Tree Analysis Method. In: Proceedings of the IAEA Symposium on Computerized Reactor Protection and Safety Related Systems in Nuclear Power Plants, Budapest, 91-104.
- Fensel, D., Benjamins, R. (1996). "Assumptions in model-based diagnosis", B.R. Gaines, B.R. Musen, M.A. (Eds.) (1996). Proceedings of the 10th Banff Knowledge Acquisition for Knowledge-based Systems workshop, KAW'96, 5. 1-18. Calgary: SRDG Publications, Department of Computer Science, University of Calgary.
- Heckerman, D. (1995). "A Tutorial on Learning Bayesian Networks", Technical Report, no. MSR-TR-95-06, Microsoft Research, Advanced Technology Division, March.
- Lee, D.W., Gros, L., Tillman, F.A, Lie, C.H. (1985). Fault Tree Analysis, Methods, and Applications – a Review. IEEE Trans. on Reliability 34. 194-203.
- Peter, J., Lucas, F. (1998). "Analysis of Notions of Diagnosis", Artificial Intelligence, 1-2. 295-343.
- Poole D.L. (1988a). „A Logical Framework for Default Reasoning”, Artificial Intelligence, 1. 27-47.
- Poole D.L. (1988b). „Representing Knowledge for Logic-Based Diagnoses”, Proc. International Conference on Fifth Generation Computing Systems, 1282-1290.
- Portinale, L. (1993). "Exploiting T-invariant Analysis in Diagnostic Reasoning on a Petri Net Model", Application and Theory of Petri Nets, 339-356.
- Portinale, L., Bobbio, A. (1999). "Bayesian Networks for Dependability Analysis: an Application to Digital Control Reliability", Proceedings of the 15th Int. Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI-99), 551-558.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Varga István

Magyar Tudományos Akadémia
Számítástechnikai és Automatizálási Kutató Intézete
Rendszer és Irányításelméleti Kutató Laboratórium
1111 Budapest, Kende u. 13-17.
Systems and Control Laboratory
Computer and Automation Research Institute
Hungarian Academy of Sciences
H-1518 Budapest, Pf. 63.
Tel.: +36-1-279 6227, fax.: +36-1-466 7503
E-mail: ivarga@sztaki.hu



Kétkomponensű szteroid elegy szimulált mozgóágyas elválasztásának számítógéppel segített tervezése I.

¹Temesvári K., ¹Aranyi A., ²Balogh S., ²Bánkuti Gy., ²Csukás B.

¹Richter Gedeon Rt. Budapest, 1103 X., Gyömrői út 19-21.

²Kaposvári Egyetem, Kaposvár, 7400 Guba Sándor u. 40.

ÖSSZEFOGLALÁS

A szimulált mozgóágyas (SMB) kromatográfiás elválasztás kvázi-stacionárius, ellenáramú művelet, nagyszámú paraméterrel, ezért a folyamattervezést és optimalást szinte lehetetlen pusztán kísérleti úton megoldani. Jelen és következő közleményünkben az általunk kidolgozott folyamattervezési és optimalási metodikát kívánjuk ismertetni, kétkomponensű nem-izomer szteroid keverék SMB elválasztásának példáján bemutatva. Ez magában foglalja az alapadatok kísérleti meghatározását (adszorpciós egyensúly mérése, kinetika, hidrodinamika identifikálása az SMB oszlopokban); Morbidelli úgynevezett „háromszög elméletének” alkalmazását, egy megvalósítható kezdeti megoldás paraméter együttesének meghatározása céljából; az optimális műveleti paraméterek meghatározását számítógépes szimuláció alkalmazásával. (Kulcsszavak: szimulált mozgóágy, preparatív kromatográfia, dinamikus szimuláció, folyamattervezés)

ABSTRACT

Computer-Aided Process Design of the Separation of a Two-Component Steroid Mixture by Simulated Moving Bed Technique I.

K. ¹Temesvári, A. ¹Aranyi, S. ²Balogh, Gy. ²Bánkuti, B. ²Csukás

¹Gedeon Richter Ltd., Budapest 10. P.O.B. 27. H-1475 Hungary

²University of Kaposvár, Kaposvár, H-7400 Guba Sándor u. 40. Hungary

A method, combining laboratory scale equilibrium and elution experiments, simplified model based heuristic rules, as well as sophisticated dynamic simulation was applied to design the separation of a two-component steroid crude mixture in a given laboratory-scale Simulated Moving Bed unit. The adsorption equilibrium isotherms of the pure components were determined by Frontal Analysis method. Langmuir isotherm model was fitted to the measured isotherm data. With the knowledge of these a priori data, elution chromatograms of the pure components were measured for the identification of the hydrodynamic and kinetic parameters in the SMB columns. The first estimations of the SMB parameters were derived by means of Morbidelli's triangle theory. Starting from a feasible solution, stepwise improvement of the SMB process was carried out by the detailed dynamic simulation, according to a strategy, based on the role of the design parameters. Simultaneously, laboratory-scale SMB experiments were carried out. Agreement between the measured and calculated data was found. In the next step, the dynamic simulation was applied for the improvement of the specific capacity parameters of the SMB separation (production rate, solvent consumption, recovery). In comparison

with the simple elution chromatographic separation method, considerable improvement of specific capacity parameters was obtained.

(Keywords: Simulated Moving Bed, preparative chromatography, dynamic simulation, process design)

BEVEZETÉS

A szimulált mozgóágyas technikát az 1950-es évektől kezdték alkalmazni a petrokémiai iparban (pl. xilolok elválasztására), illetve a cukoriparban (glükóz-fruktóz elválasztásra), ahol nagy termelési volumenű elválasztásokat hajtottak végre kétkomponensű rendszerekben.

A gyógyszeripari alkalmazás az 1990-es években indult a fejlett iparral, magas technikai színvonallal rendelkező országokban. Főleg enantiomerek, izomerek elválasztására, illetve egyéb kétkomponensű (vagy pszeudo-kétkomponensű) anyagi rendszerek szétválasztására alkalmazzák, de ma már lehetőség van kettőnél több komponens elválasztására is, megfelelő készülék kialakítással (*Nicoud, 1999; Charton és Nicoud, 1995*).

A technika alapjait számos közleményben ismertették (*Nicoud és Bailly, 1992; Blehaut és Nicoud, 1998*). A folyamat elvének megértéséhez segítséget nyújt, ha először elvégzünk egy gondolat kísérletet. Ehhez képzeljünk el egy végtelenített csövet (lásd *1. ábra* felső része), melyben a szilárd fázis az egyik, a folyadék fázis pedig vele ellentétes irányban áramlik. A szétválasztani kívánt A+B elegyet folyamatosan tápláljuk be a cső egyik pontján. Ha megfelelően választjuk meg a szilárd és a folyadék fázis áramlási sebességét, akkor elérhető, hogy a kevésbé kötődő A komponens a folyadék fázissal halad az egyik, míg a jobban kötődő B komponens a szilárd fázissal a másik irányba. Ilyen módon a két komponens elválasztható egymástól és a cső két elvételi pontján megkapjuk a tiszta termékeket. A kevésbé kötődő komponenszt tartalmazó termékert raffinátumnak, míg a jobban kötődő komponenszt tartalmazó extraktumnak nevezzük. Az elvett folyadékmennyiséget friss oldószerezrel kell pótolnunk a cső egy negyedik pontján. A két betáplálási és két elvételi pont négy zónát jelöl ki a csővön. A két középső zónát elválasztó, míg a két szélsőt tisztító zónának nevezzük a funkciójuk alapján. Ugyanis, ha a folyadék A komponenszt tartalmazva lép az I.-es zónába, szennyeződik a B komponens, míg ha a szilárd fázis B komponenszt tartalmazva lép a IV.-es zónába, szennyeződik az A komponens.

A fentebb ismertetett technika a valódi mozgóágy (True Moving Bed). Ennek megvalósítása azonban számos problémát vet fel. A szilárd fázis mozgását lehetetlen megoldani, de a hatékonyság is rossz lenne a nagy tányérmagasság miatt, amit az ágy fellazultsága okoz. Ezért a valódi mozgó ágy helyett a szimulált mozgóágyas technikát (Simulated Moving Bed) alkalmazzák, amelynél az előbbi problémák kiküszöbölhetők. Ebben az esetben a szilárd fázis valójában nem áramlik, hanem oszlopokba van töltve. A mozgását úgy szimulálják, hogy a betáplálási és elvételi pontok helyét a folyadék fázis áramlási irányával megegyezően bizonyos időközönként arrébb léptetik, miközben az egymáshoz viszonyított helyzetük állandó marad (lásd *1. ábra* alsó része).

Másik megoldás, hogy az oszlopokat mozgatjuk a folyadék áramlási irányával ellentétesen. Ezt a megoldást alkalmazták az általunk használt KNAUER CSEP 9116 készülékben is (*2. ábra*).

1. ábra

A valódi mozgó ágy (felső) és a szimulált mozgó ágy (alsó) összehasonlítása

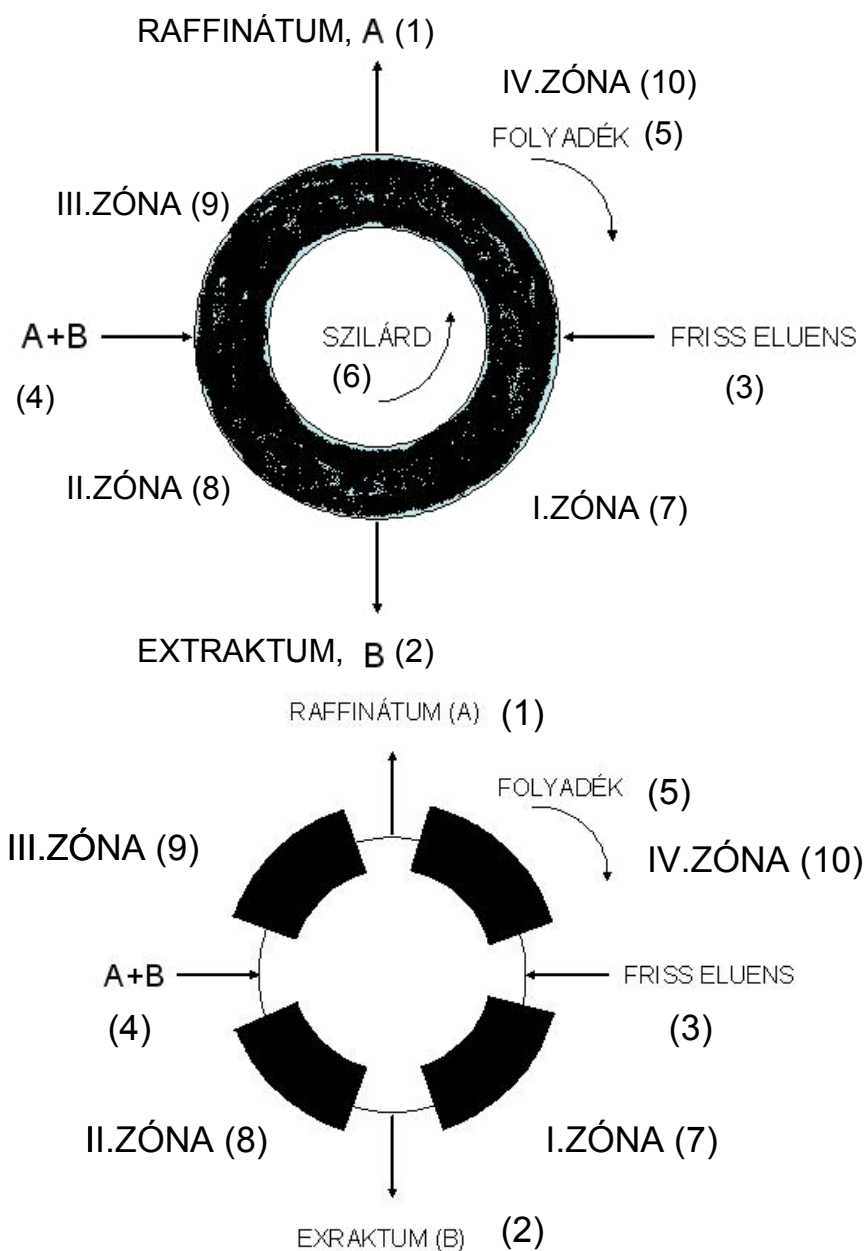
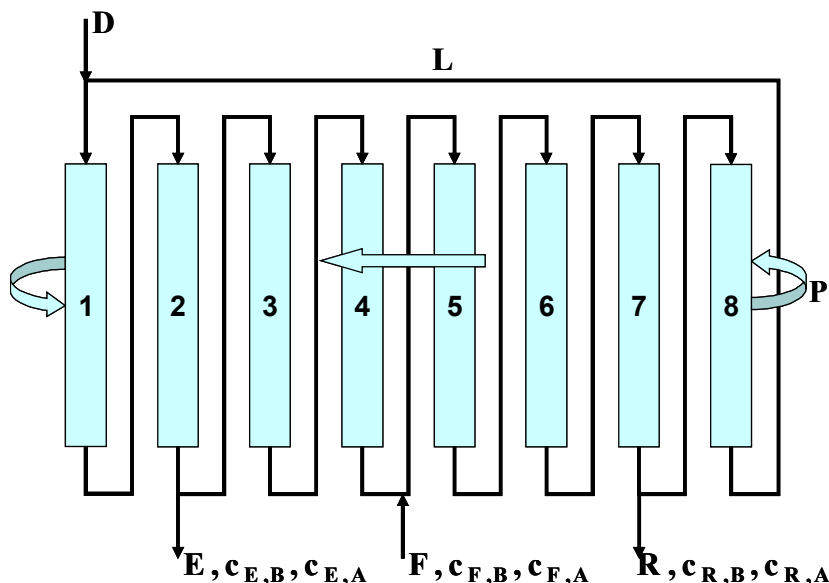


Figure 1: Comparison of True Moving Bed (upper) and Simulated Moving bed (lower)

Raffinate, A(1), Extract, B(2), Eluent(3), Feed, A+B(4), Liquid flow direction(5), Solid flow direction(6), Zone I(7), Zone II.(8), Zone III.(9), Zone IV.(10)

2. ábra

A szimulált mozgóágy egyik gyakorlatban alkalmazott megvalósítási módja



1-8: Columns, D: Eluent, L: Liquid recycle, P: „Rotation of the packing”, Column switching time step, E: Extract, F: Feed, R: Raffinate, c: concentration, B: More retained compound, A: Less retained compound

Figure 2: One of the applied practical solutions of the Simulated Moving Bed

A szimulált mozgóágyas folyamat paraméterei:

- a töltet minősége;
- a folyadékfázis minősége;
- az oszlopok száma, mérete;
- a belépő és a belső folyadék áramok, valamint a kilépő folyadék áramok aránya (betáplálás-F, friss eluens-D, folyadék recirkuláció-L, raffinátum-R, extraktum-E, $E/(E+R)$);
- a betáplálási koncentráció $c_{F,B}$, $c_{F,A}$ (jobban kötődő komponens-B kevésbé kötődő komponens-A);
- a szilárd fázis „áramlási sebességét”, meghatározó kapcsolási idő-P.

Fontos, hogy a raffinátumban és az extraktumban milyen koncentrációprofilok alakulnak ki, hiszen a cél az előírt tisztaságú termékek elvétele jó fajlagos paraméterek biztosítása mellett (extraktumbeli koncentrációk: $c_{E,A}$, $c_{E,B}$, Raffinátumbeli koncentrációk: $c_{R,A}$, $c_{R,B}$). A szimulált mozgóágyas kromatográfiás elválasztás kvázi-stacionárius, ellenáramú művelet, nagyszámú paraméterrel, ezért a folyamattervezést és optimalást szinte lehetetlen pusztán kísérleti úton megoldani.

Közleményünkben az általunk kidolgozott folyamattervezési optimalási és szabályozási metodikát kívánjuk ismertetni, kétkomponensű nem-izomer szteroid keverék SMB elválasztásának példáján bemutatva.

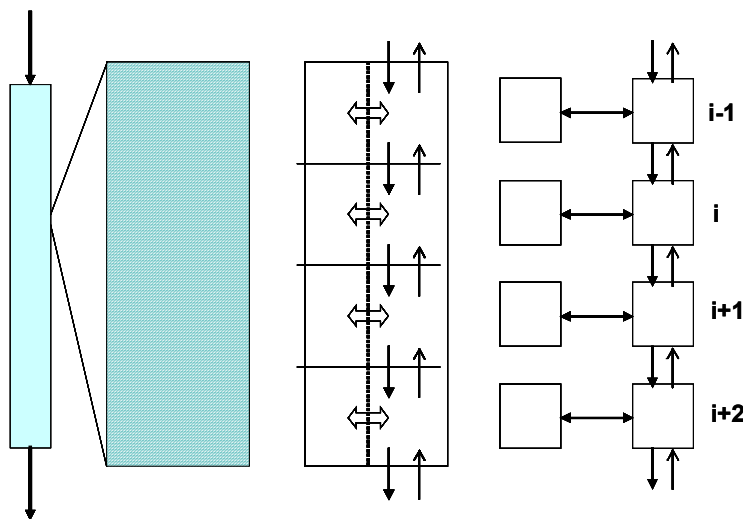
A metodika magában foglalja:

- az alapadatok kísérleti meghatározását (Jacobson *et al.*, 1984; Jacobson *et al.*, 1987; Guiochon *et al.*, 1994; Gritti *et al.*, 2003);
- Morbidelli úgynevezett „háromszög elméletének” alkalmazását, egy megvalósítható kezdeti megoldás paraméter együttesének meghatározása céljából (Juza *et al.*, 2000; Mazzotti *et al.*, 1997; Gentilini *et al.*, 1998; Migliorini *et al.*, 1998);
- és az optimális műveleti paraméterek meghatározását számítógépes szimuláció alkalmazásával (Csukás és Pózna, 1996; Csukás *et al.*, 1999; Csukás, 1998; Csukás és Bánkuti, 2003).

A 3. ábrán az látható, hogy miként alakítjuk ki a töltött kromatográfiás oszlop dekompozíciójával a passzív és aktív elemekből felépülő strukturális modellt. Először az oszlop hossza mentén alakítunk ki rétegeket, melyeket az opcionálisan keveredéseket is tartalmazó lefelé áramlás kapcsol össze. Ezután az oszlopot nyugvó szilárd és áramló folyadék fázisra bontjuk, majd mindkét fázisban megkülönböztetjük azokat a komponenseket, amelyek részt vesznek az adszorpciós/deszorpciós folyamatokban.

3. ábra

Egy kromatográfiás oszlop felbontása



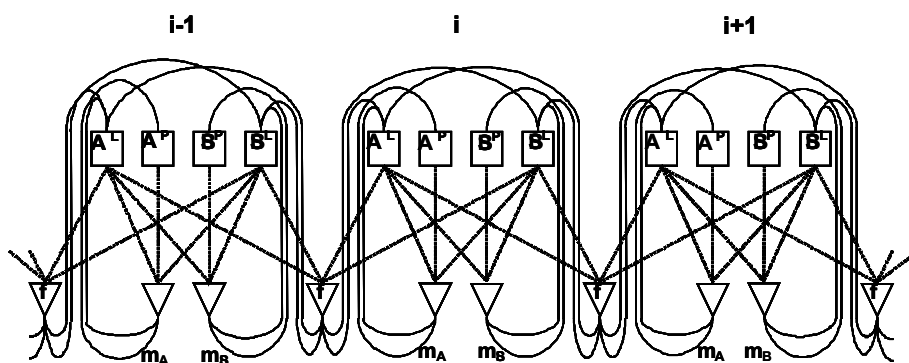
i : the ordinal number of the spatial element

Figure 3: Decomposition of a chromatographic column

Az $i-1$, az i , és $i+1$. térelemek részletes generikus kétrétegű háló modellje a 4. ábrán látható. A rajzon négyzetekkel szimbolizáljuk a folyadék és szilárdfázisbeli komponenseket. A háromszögek a komponens átadást és az opcionálisan kétirányú kevert áramlást jelképezik a szomszédos térrészek között. A teljes diszkrét modell egy komplex és akár párhuzamosan is végrehajtható struktúrát határoz meg. A szimuláció során az állapotot jellemző mennyiségek és az egyedi elemi folyamatok sebességei egyaránt megjeleníthetők az output-ban. A módszer arra is lehetőséget nyújt, hogy a számított adatokat egy, az eredeti modellel gyengén izomorf, egyszerűsített modellbe aggregáljuk.

4. ábra

Három szomszédos térelem részletes strukturális modellje



i: cell identifier, *m*: mass transfer, *t*: transportation, *A*: amount of the less retained compound, *B*: amount of the more retained compound, Upper indexes: *L*: liquid phase, *P*: packing phase, Lower indexes: *A*: less retained compound, *B*: more retained compound

Figure 4: Generic Bi-layered Net model of three neighbouring cells

ANYAG ÉS MÓDSZER

A felhasznált anyagok

A vizsgált elválasztási feladat kétkomponensű nem izomer szteroid nyers keverék elválasztása volt. A keveréket a Richter Gedeon Rt. állítja elő.

Az izoterma méréseknél és az elúciós kromatogramok felvételénél tiszta (>99 m/m%) komponenseket használtunk, melyeket a nyers keverék preparatív folyadék-kromatográfiás tisztítása és szétválasztása után kaptunk.

Az SMB kísérleteknél modellelegyeket alkalmaztunk, melyeket a tiszta komponensekből készítettünk, a valódi nyerskeverék összetételének megfelelően.

YMC GEL Silica 6 nm S-50 μm adszorbenst használtunk (YMC, Europe GmbH (Schermbeck/Weselerwald, Germany). Az alkalmazott oldószerkelegy diklór-metán:aceton 50:50 v/v% volt (Merck KgaA Darmstadt, Germany).

Az alkalmazott készülékek

Az izoterma mérésre használt készülék felépítése a következő volt: gradiens HPLC pumpa (SpectraSYSTEM P2000), differenciál refraktométer (KNAUER), rekorder (Radelkis OH-850), termosztát (JET-STREAM Plus), injektor (Rheodyne, 20 μl loop).

Egy 250 $\times$ 4 mm-es oszlopot megtöltöttünk állófázissal (a töltet tömege az oszlopban 1,217 g volt). A méréseket 25°C-on végeztük, az áramlási sebesség 0,5 ml/perc volt.

Az elúciós kísérletekben THERMO SEPARATION[®] PRODUCTS folyadék-kromatográfot alkalmaztunk, mely a következő egységekből állt: gradiens pumpa (SpectraSYSTEM P2000), controller (SpectraSYSTEM SN4000), UV detektor (SpectraSYSTEM UV2000), termosztát (JET-STREAM Plus), injektor (Rheodyne, 2 ml loop), adatgyűjtés OS2/PC1000 szoftverrel. Egy 250 $\times$ 10 mm-es oszlopot, melynek méretei egyeznek az SMB készülékben használt oszlopokéval, megtöltöttünk adszorbenssel (a töltet

tömege az oszlopban 7,85 g volt). Ezt az oszlopot használtuk az elúciós kromatogramok felvételére. A kolonnát 25°C-ra termosztáltuk, a mérési hullámhossz 330 nm volt.

A szimulált mozgóágyas kísérletekben KNAUER CSEP 9116 laboratóriumi méretű SMB berendezést alkalmaztunk. A készülékben változtattuk az oszlopszámot (nyolc és tizenhat oszlopos elrendezés), valamint tizenhat oszlop esetén a zónánkénti oszlopszámot és egy esetben három zónás konfigurációt használtunk. 250×10 mm méretű oszlopokat szereltünk a berendezésbe, melyeket száraz töltési módszerrel töltöttünk meg, vibrációval elősegítve a töltet tömörítést. A kolonnákat töltés után teszteltük tiszta A komponens injektálásával, hogy megbizonyosodjunk a töltés minőségéről és egységességéről.

Analitikai módszerek

Az elúciós kísérletek frakcióinak koncentrációját fordított fázisú HPLC módszer alkalmazásával mértük. A készülék megegyezett az elúciós kísérletekben is alkalmazottal. Szilikagél alapú, C18-cal módosított állófázist (LiChrospher 100 RP 18 endcapped 250×4 mm, szemcseméret 5 µm) és tetrahidrofurán:víz 20:80 v/v% eluenst alkalmaztunk. Az injektált mintatér fogat 20 µL, az eluens áramlási sebessége 1,5 ml/perc, a mérési hullámhossz 210 nm, a kolonnatermosztát hőmérséklete 60°C volt.

Az első SMB kísérletek (SMB-5 és SMB-6) gyors, fél kvantitatív elemzésére vékonyréteg kromatográfiás módszert alkalmaztunk. TLC alumínium lapokra felvitt Silica gel 60 F₂₅₄ állófázist használtunk (Merck #1.05554.0001). A mozgófázis diklór-metán:aceton 50:50 v/v% volt. Az előhíváshoz egy specifikus vizualizációs reagenst alkalmaztunk. A kifejlesztési távolság 10 cm volt.

A további SMB kísérletek mintáit analitikai HPLC berendezés segítségével elemeztük, melynek felépítése a következőkben különbözött az elúciós kísérletek frakcióinak mérésénél alkalmazottól: UV detektor helyett fényszórásos detektort alkalmaztunk (Polymer Laboratories PL-ELS 2100) és az adatgyűjtést Windows NT/ChromQuest szoftver segítségével végeztük.

Normál fázisú folyadékkromatográfiás fázisrendszert használtunk a mérések során. Az oszlop Merck, 250×4 mm, Lichrospher Si 60, 5 µm szemcseméretű, az eluens aceton:diklór-metán:metanol 40:50:10 v/v% volt. Az eluens áramlási sebessége 1 ml/perc volt, a kolonnát 25°C-ra termosztáltuk. A fényszórásos detektorban a porlasztás és elpárologtatás hőmérséklete 32°C és a porlasztó gáz áramlási sebessége 0,8 SLM (standard liter/perc) nitrogén volt.

Adszorpciós egyensúlyi adatok meghatározása

SMB folyamatok modellezésénél alapvető fontosságú, hogy a vizsgált komponensek adszorpciós izotermáit korrekt módon határozzuk meg. Frontális kromatográfiás módszert választottunk erre a célra, (Jacobson *et al.*, 1984; Jacobson *et al.*, 1987; Guiochoneat *et al.*, 1994; Gritti *et al.*, 2003) mely egyszerűen kivitelezhető és pontos eredményt ad. Nem feltételezi semmilyen izoterma modell érvényességét, valamint nem szükséges nagyhatékonyságú kolonna a méréshez. Hátránya, hogy viszonylag nagy anyagmennyiséget igényel. Ennél a módszernél az oszlopot először tiszta, komponenseket nem tartalmazó mozgó fázissal hozzuk egyensúlyba. Ezután az adott komponenst tartalmazó oldat bemeneti koncentrációját lépcsőzetesen növeljük, a koncentráció lépcsőknek megfelelő áttörési görbéket regisztráljuk. Az adott oldatfázisbeli koncentrációhoz tartozó szilárdfázisbeli egyensúlyi koncentráció egyszerűen számítható az áttörési görbék inflexiós pontjához tartozó térfogatok és az oldatfázisbeli koncentrációk ismeretében. Az áttörési térfogatokból le kell vonni a rendszer holttérfogatát, ami a kolonna és a kolonnán kívüli holttérből adódik össze (*l. egyenlet*).

$$q(c_b) = q(c_a) + \frac{(c_b - c_a) * (V_F - V_D)}{Q_{sp}} \quad (1)$$

ahol:

$q(c_b)$ a komponens c_b oldatfázisbeli koncentrációjával egyensúlyban lévő szilárdfázisbeli koncentráció,

V_F a komponens c_b oldatfázisbeli koncentrációjához tartozó áttörési térfogat,

V_D a rendszer holtterfogata, beleértve a kolonna holtterfogatát is,

c_b, c_a az adott komponens lépcsőzetesen növelt oldatfázisbeli belépő koncentrációja,

Q_{sp} a töltet tömege a kolonnában.

Az izotermamérésre használt kolonna teljes porozitását gravimetriás módszerrel határoztuk meg. Megmértük a szárazon töltött kolonna tömegét, majd először n-hexánnal, illetve ezt követően diklór-metánnal történő ekvilibrálás után szintén lemértük a kolonna tömegét. A kolonna teljes porozitását a 2. *egyenlet* alapján számítottuk.

$$\varepsilon = \frac{m_{\text{diklór-metán}} - m_{\text{n-hexán}}}{\rho_{\text{diklór-metán}} - \rho_{\text{n-hexán}}} \quad (2)$$

ahol:

$m_{\text{diklór-metán}}$ a diklór-metánnal töltött oszlop tömege,

$m_{\text{n-hexán}}$ a n-hexánnal töltött oszlop tömege,

$\rho_{\text{diklór-metán}}$ a diklór-metán sűrűsége,

$\rho_{\text{n-hexán}}$ a n-hexán sűrűsége.

Elúciós kísérletek

Felvettük a tiszta komponensek elúciós kromatogramjait különböző áramlási sebességeknél és terheléseknél (1. táblázat).

1. táblázat

Az elúciós kísérletek kromatográfiai paramétereit

Komponens (1)	Áramlási sebesség (ml/perc) (2)	Injektált mennyiség (g) 2 ml eluensben oldva, 7,85 g töltetre (3)
A	2	0,08090
	1	0,05144
B	2	0,03010
	3	0,03720

Table 1: Chromatographic parameters of elution experiments

Component(1), Volumetric flow rate (ml/min)(2), Injected amount (g) solved in 2 ml of eluent to 7.85 g packing(3)

A kiválasztott diklór-metán:aceton 50:50 v/v% összetételű eluensben a komponenseket nem tudtuk detektálni 330 nm hullámhosszon, de az adott komponens által kiszorított aceton többletet igen. Amikor ez a csúcs megjelent a kromatogramon, megkezdtuk a frakciószedést. Az oldószer elpárologtatása és a fordított fázisú eluensben való újra oldás után a frakciók koncentrációját a fentiekben ismertetett fordított fázisú analitikai HPLC módszer

alkalmazásával határoztuk meg. Az egymást követő frakciók koncentrációit az idő függvényében ábrázolva rekonstruáltuk a komponensek elúciós kromatogramjait.

SMB kísérletek

A kísérleti paramétereket a 2. táblázatban foglaltuk össze.

2. táblázat

A szimulált mozgóágyas kísérletek paraméterei

Folyamat paraméterek (1)	SMB-5	SMB-6	SMB-10	SMB-12	SMB-14	SMB-15	SMB-17	SMB-18
Kapcsolás (2)	2-2-2-2	2-2-2-2	2-2-2-2	2-2-2-2	2-6-6-2	2-6-6-2	3-4-7-2	3-5-8-0
Betáplálás (ml/s) (3)	0,025	0,025	0,025	0,025	0,05	0,05	0,05	0,05
Konc. B (mg/ml) (4)	1	1	9	9	9	9	9	12
Konc. A (mg/ml) (5)	4	4	36	36	36	36	36	48
Eluens (ml/s) (6)	0,1253	0,1217	0,1567	0,1767	0,3633	0,37	0,28	0,39
Extraktum (ml/s) (7)	0,1083	0,1083	0,1484	0,1683	0,3233	0,35	0,255	0,255
Raffinátum (ml/s) (8)	0,042	0,0384	0,0333	0,0334	0,09	0,07	0,075	0,185
Rotációs időlépés (s) (9)	1350	1350	600	750	360	360	360	360
Recirkuláció (ml/s) (10)	0,0367	0,0367	0,06	0,055	0,11	0,11	0,11	-

SMB-5-6, SMB-10, SMB-12, SMB-14-15, SMB-17-18 are the identification signs of SMB experiments

Table 2: Parameters of SMB experiments

Process parameters(1), Column configuration(2), Feed (ml/s)(3), Concentration of B component in the Feed (mg/ml)(4), Concentration of A component in the Feed (mg/ml)(5), Eluent flow rate (ml/s)(6), Extract flow rate (ml/s)(7), Raffinate flow rate (ml/s)(8), Column switching time (s)(9), Recycle flow rate (ml/s)(10)

A Morbidelli háromszög elméleten alapuló kezdeti becslés módszere

Egy megvalósítható kezdeti megoldás paraméter együttesének meghatározására alkalmaztuk Morbidelli úgynevezett „háromszög elméletét” (Juza *et al.*, 2000; Mazzotti *et al.*, 1997; Gentilini *et al.*, 1998; Migliorini *et al.*, 1998), mely az egyensúlyi elméleten alapul (nincs axiális keveredés és anyagátadási gátlás, vagyis végtelen kolonna hatékonyságot tételezünk fel). A módszer alkalmazható lineáris és nem-lineáris izoterma esetére, Langmuir, bi-Langmuir és módosított Langmuir egyensúlyi modellt feltételezve.

A folyamatparamétereket négy dimenziómentes érték jellemzi (m_1 , m_2 , m_3 , m_4) az egyes zónáknak megfelelően.

$$m_j = \frac{u_j t^* - \varepsilon L}{(1 - \varepsilon)L} \quad j=1, \dots, 4 \quad (3)$$

ahol:

m_j az áramlási sebesség arányok az SMB egyes szekcióiban,

u_j az áramlási sebesség,

t^* a kapcsolási idő,

L az oszlopok hossza,

ε a kolonna teljes porozitása.

A Morbidelli módszer alkalmazását az eredmények értékelése konkrét példával illusztráljuk.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

A mért izoterma pontokra egykomponensű Langmuir modellt illesztettünk.

$$q_i = \frac{a_i c_i}{1 + b_i c_i} \quad (4)$$

ahol:

q_i az i komponens c_i folyadékfázisbeli koncentrációjával egyensúlyt tartó szilárfázisbeli koncentráció,

a_i és b_i az i komponens Langmuir állandói.

A komponensek Langmuir paramétereit a 3. táblázatban tüntettük fel. Az izotermamérésre használt oszlop teljes porozitása (ε) 0,804.

3. táblázat

Az A és B komponensek Langmuir adszorpciós izotermáinak paramétereit

Komponensek (1)	a (l/g) (2)	b (l/g) (3)
A	5,859	0,029676
B	13,3	0,050386

Table 3: Parameters of Langmuir adsorption isotherms of component A and B

Components(1), Langmuir a coefficient (l/g)(2), Langmuir b coefficient (l/g)(3)

5. ábra

A vizsgált komponensek egyedi izotermái

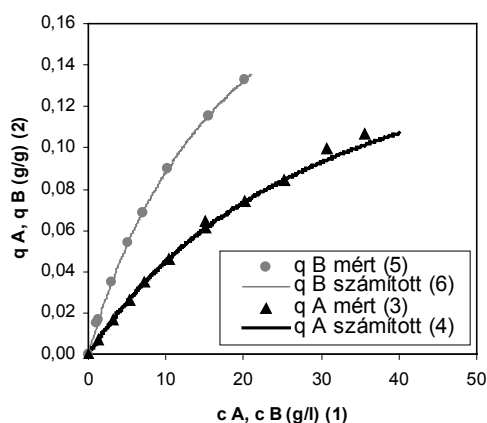


Figure 5: Individual adsorption equilibrium isotherms of the investigated compounds

Liquid phase concentration c_A , c_B (g/l)(1), Solid phase concentration q_A , q_B (g/g)(2), q_A measured(3), q_A calculated(4), q_B measured(5), q_B calculated(6)

A 5. ábrán láthatók a vizsgált komponensek mért adszorpciós egyensúlyi izotermái a Langmuir modellel összehasonlítva. Tekintve, hogy a Langmuir modell jól leírja az egyensúlyt, a szimulációs modellben az egyensúlyi koncentrációkat a kompetitív Langmuir modellel számítottuk, melyben a koefficiensek megegyeznek az egyedi komponensek állandóival.

$$q_i = \frac{a_i c_i}{1 + \sum b_j c_j} \quad (5)$$

A Langmuir paraméterek ismeretében az SMB oszlopokban a kinetikai és hidrodinamikai paramétereket elúciós kromatogramok alapján identifikáltuk a szimulációs modell segítségével. Az elúciós kísérleteket egy olyan oszlopon végeztük, melynek méretei egyeznek az SMB készülékben használt oszlopokéval. A rendelkezésre álló anyagok és idő korlátozottságát figyelembe véve, mindkét komponensre két kromatogramot vettünk fel, melyek közül az egyiket paraméter identifikálásra, a másikat a kapott paraméterek verifikálására használtuk.

Az identifikáláshoz speciális genetikus algoritmussal kombináltuk a dinamikus szimulátort. A genetikus algoritmus az identifikálandó paramétereket előre meghatározott tartományokon belül (az ún. lehetőségtérben) változtatta és értékelte a szimulációt, a mért és a számított értékek integrált (összegzett) négyzetes különbsége alapján. Végül a javasolt megoldást finomítottuk néhány szimulációs kísérlettel.

Mindezek alapján a modell rögzített hidrodinamikai és kinetikai paraméterei a következők:

- cellaszám (N) = 200,
- átkeveredési paraméter (w) = 0,
- kinetikai jellemző mindkét komponensre (k) = 0.2 1/s.

A fentiekben megadott modellparaméterek validálását illusztráltuk a 6., 7. ábrán. A továbbiakban ezen hidrodinamikai és kinetikai paramétereket alkalmaztuk az összes SMB szimuláció során.

Egy lehetséges kezdeti műveleti paraméteregyüttes meghatározásához a nemlineáris Morbidelli diagramot használtuk számítógépes szimulációs vizsgálatokkal kiegészítve.

Az 8. ábrán látható egy ötlépéses folyamatparaméter keresés Morbidelli diagramon ábrázolva. Itt a folyadék recirkuláció sebességét (L) és a rotációs időlépést (T_p) változtattuk. A cél az volt, hogy találjunk a háromszögön belül egy pontot, vagy az aktuális feladatban a háromszögön kívül, a tiszta raffinátum tartományában, ami a háromszög bal éle mellett helyezkedik el. Ez megfelel annak az esetnek, amikor a nagyobb termelékenység érdekében megengedünk kismértékű szennyezést az extraktumban.

Vizsgálataink alapján a 2. táblázatban látható paraméter együttest (SMB-5) választottuk az első SMB kísérlethez. A raffinátum azonban ebben a kísérletben kis mértékben ugyan, de szennyeződött B komponenssel (lásd 9. ábra), ezért egy kicsit változtattunk az eluens és a raffinátum áramlási sebességén, hogy tiszta raffinátumot kapjunk (2. táblázat SMB-6 kísérlet).

A 10-13. ábrán láthatók az SMB-6 kísérlet jellemzői. Itt elsődlegesen a megfelelő raffinátum tisztaság elérése volt a cél, ennek ezért még híg oldattal dolgoztunk. A 10. és a 11. ábrán a rotációs időlépésre kiábrázolt mért és szimulált raffinátum, továbbá extraktum összetételek láthatók. A 12. ábrán az oszlopok hossza mentén kialakult szimulált átlagos folyadékfázisbeli profilt tüntettük fel. A 13. ábrán bemutatott átadási sebességprofil a térfogategységben időegység alatt a fázisok között forgalmazott komponens mennyiségét szemlélteti (a pozitív értékek az adszorpciót, a negatív számok

6. ábra

Az A komponens mért és szimulált elúciós kromatogramja, cellaszám (n)=200, átkeveredési paraméter (w)=0, kinetikai állandó (k)=0,2 1/s

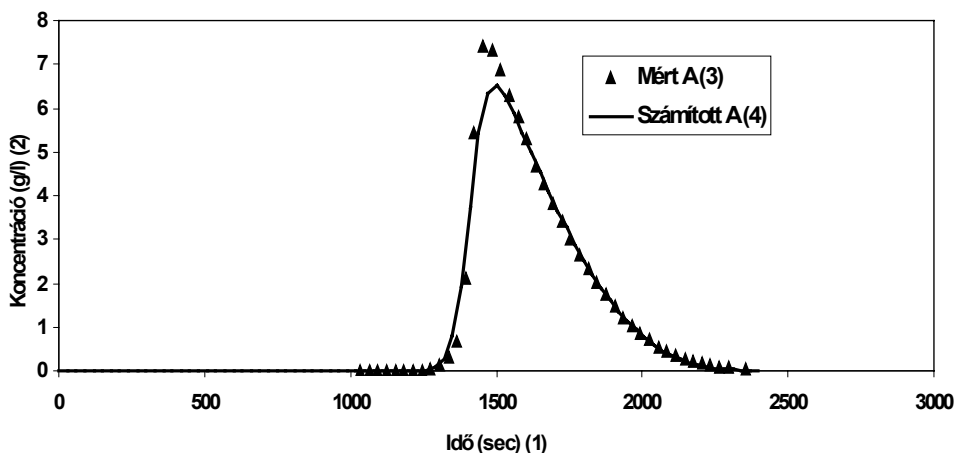


Figure 6: Simulated and measured elution chromatogram of component A, number of compartments (n) = 200, mixing coefficient (w)=0, kinetic constant (k)=0.2 s⁻¹

Time (sec)(1), Concentration (g/l)(2), Measured A(3), Calculated A(4)

7. ábra

A B komponens mért és szimulált elúciós kromatogramja, cellaszám (n)=200, átkeveredési paraméter (w)=0, kinetikai állandó (k)=0,2 1/s

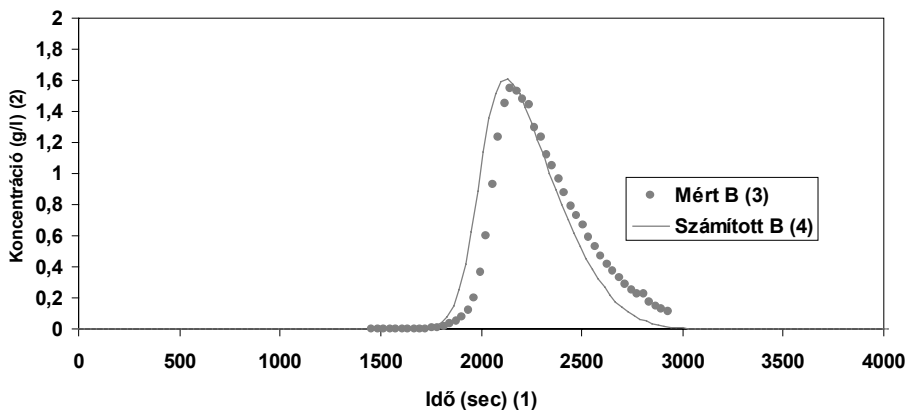


Figure 7: Simulated and measured elution chromatogram of component B, number of compartments (n) = 200, mixing coefficient (w)=0, kinetic constant (k)=0.2 s⁻¹

Time (sec)(1), Concentration (g/l)(2), Measured B(3), Calculated B(4)

8. ábra

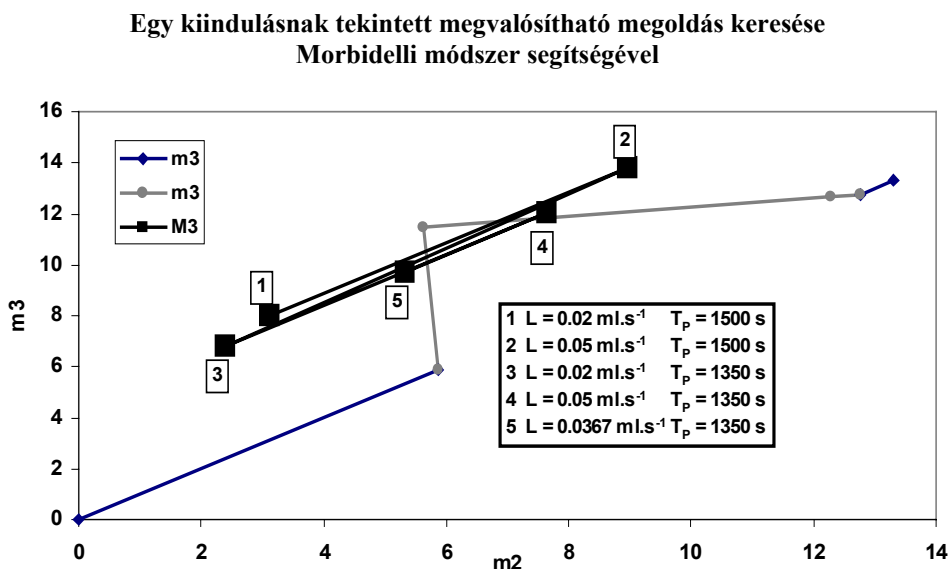


Figure 8: Search for a first feasible solution by Morbidelli method

m_2 and m_3 are dimensionless values corresponding to the 2nd and 3rd zones of the SMB unit, 1, 2, 3, 4, 5 points represent different operational conditions

9. ábra

SMB-5 kísérlet mintáinak vékonyréteg kromatogramja

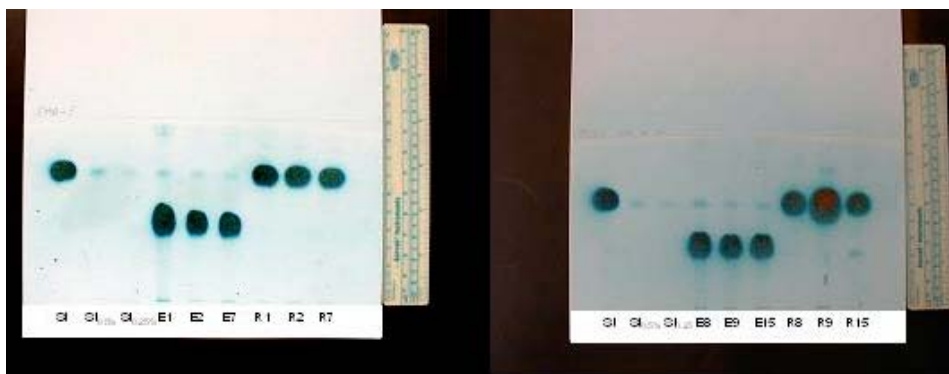


Figure 9: Thin-layer chromatogram of SMB-5 experiment

St , $St_{0.5\%}$, $St_{0.25\%}$: Standard solutions of component A in different dilution (Standard: 20 mg A/ml), R1-15: Raffinate samples, E1-15: Extract samples

10. ábra

Mért és szimulált átlagos raffinátum összetétel az SMB-6 kísérletben

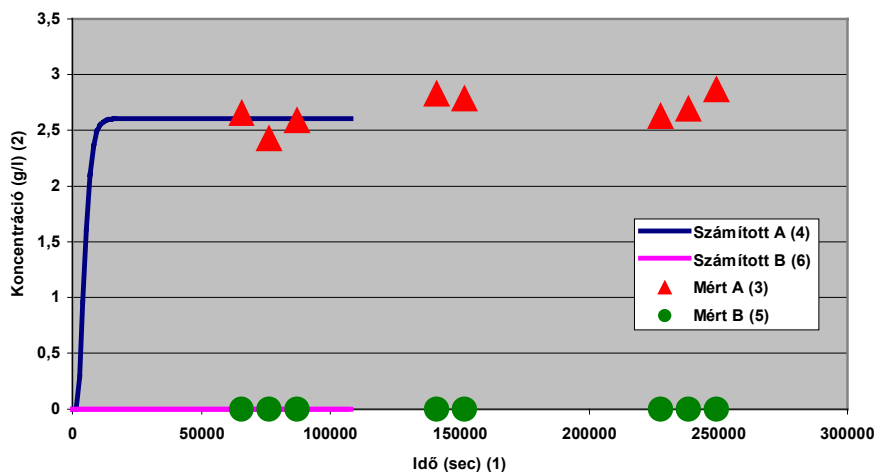


Figure 10: Simulated and measured average raffinate composition of experiment SMB-6

Time (sec)(1), Concentration (g/l)(2), Measured A(3), Calculated A(4), Measured B(5), Calculated B(6)

11. ábra

Mért és szimulált átlagos extraktum összetétel az SMB-6 kísérletben

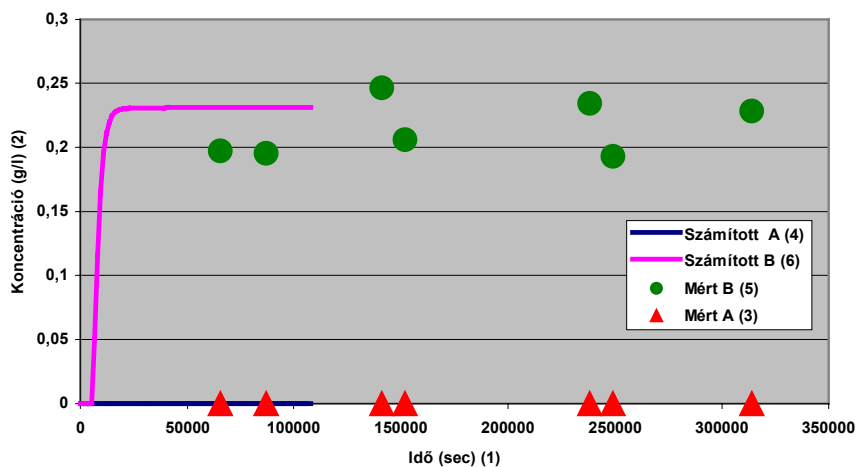


Figure 11: Simulated and measured average extract composition of experiment SMB-6

Time (sec)(1), Concentration (g/l)(2), Measured A(3), Calculated A(4), Measured B(5), Calculated B(6)

12. ábra

Átlagos oldatfázisbeli koncentráció profil az SMB-6 kísérletben

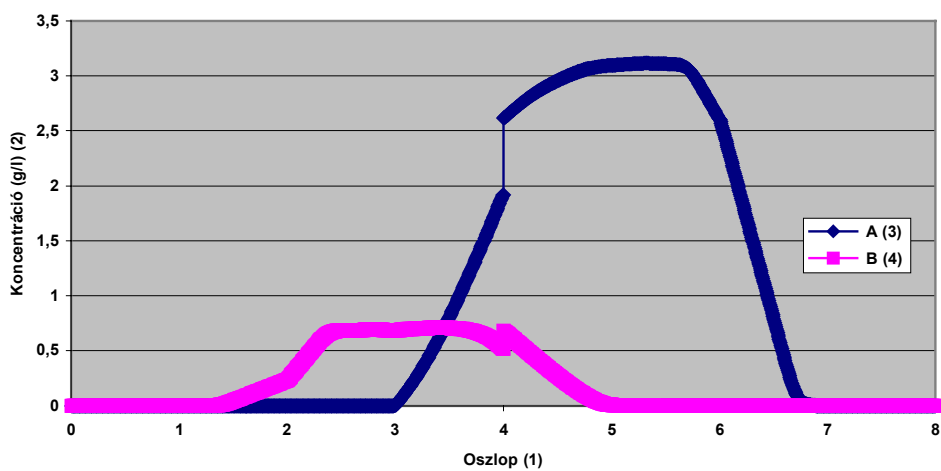


Figure 12: Average liquid concentration profiles of experiment SMB-6

Number of columns in the SMB unit(1), Concentration (g/l)(2), Calculated A(3), Calculated B(4)

13. ábra

Anyagátadási sebesség profilok az SMB-6 kísérletben

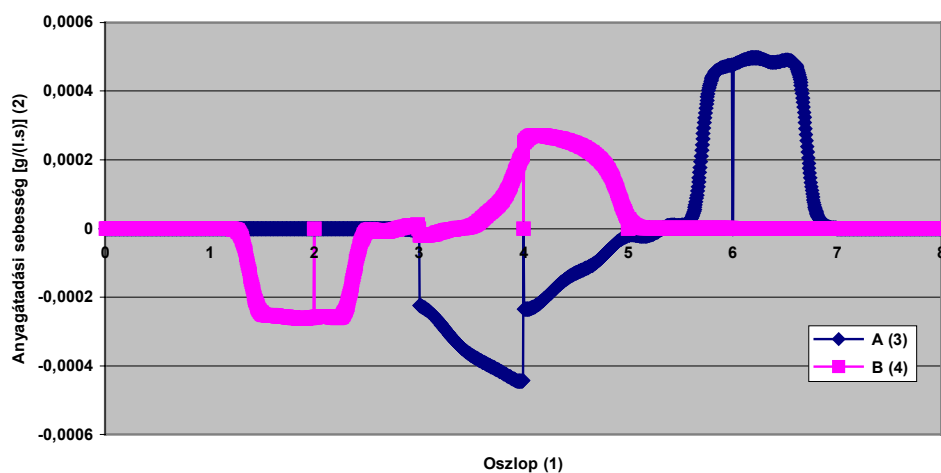


Figure 13: Mass transfer rate profiles of experiment SMB-6

Number of columns in the SMB unit(1), Mass transfer rate [g/(l.s)](2), Calculated A(3), Calculated B(4)

pedig a deszorpciót jelzik). Az elemi folyamatoknak ez az újszerű szemléltetése a szokásos – koncentrációk ismeretében való spekuláció – helyett, közvetlenül kiváló áttekintést ad az egyes oszlopokban lejátszódó előnyös és előnytelen folyamatokról. A következőkben ezen jó megoldás fajlagos paramétereit igyekeztünk javítani.

A szimulációs vizsgálatok elméleti alapjait valamint a szimulációval segített folyamattervezés részletes eredményeit közleményünk második részében ismertetjük.

IRODALOM

- Blehaut, J, Nicoud, R.M. (1998). Recent aspects in simulated moving bed. *Analysis Magazine*, 7. 60-70.
- Charton, F, Nicoud, R.M. (1995). Complete design of a simulated moving bed. *J. Chromatogr. A.*, 702. 97-112.
- Csukás B. (1998). Simulation by Direct Mapping of the Structural Models onto Executable Programs. *AIChE Annual Meeting*, Miami, Paper #239/9.
- Csukás B., Balogh S., Kovács S., Aranyi A., Kocsis Z., Bartha L. (1999). Process Design by Controlled Simulation of the Executable Structural Models. *Comput. Chem. Engng.*, 23 Suppl. 569-572.
- Csukás B., Bankuti Gy. (2003). Direct computer mapping of process models. In: Grossmann IE and McDonald C (eds) *Foundations of Computer Assisted Process Operations, A View to the Future Integration of R&D, Manufacturing and the Global Supply Chain*, *AIChE INFORMS*, 577-581.
- Csukás B., Bankuti Gy. (2003). Hybrid, quantitative and qualitative process simulation by the Generic Bi-layered Net model. In: *Proceedings of 2003 IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing*, Budapest, 283-289.
- Csukás B., Bankuti Gy. (2003). Generic Bi-layered Net model of conservational and informational processes. In: Dagli, Buczak, Ghosh, Embrechts and Ersoy (eds) *Smart Engineering System Design: Neural Networks, Fuzzy Logic, Evolutionary Programming, Data Mining and Complex Systems* *ASME Press*, New York, 769-774.
- Gentilini, A., Migliorini, C., Mazzotti, M., Morbidelli, M. (1998). Optimal operation of simulated moving-bed units for non-linear chromatographic separations II. Bi-Langmuir isotherm. *J. Chromatogr. A.*, 805. 37-44.
- Gritti, F., Gotmar, G., Stanley, J.B., Guiochon, G. (2003). Determination of single component isotherms and affinity energy distribution by chromatography. *J. Chromatogr. A.*, 988. 185-203.
- Guiochon, G., Golshan Shirazi, S., Katti, A.M. (1994). *Fundamentals of Preparative and Nonlinear Chromatography*, Academic Press, London, 49-135.
- Jacobson, J., Frenz, J., Horváth, Cs. (1984). Measurement of adsorption isotherms by liquid chromatography. *J Chromatogr*, 316. 53-68.
- Jacobson, J.M., Frenz, J.H., Horváth, Cs. (1987). Measurement of competitive adsorption isotherms by frontal chromatography. *Ind. Eng. Chem. Res.*, 26. 43-50.
- Juza, M., Mazzotti, M., Morbidelli, M. (2000). Simulated moving-bed chromatography and its application to chirotechnology. *TIBTECH*, 18. 108-118.
- Mazzotti, M., Storti, G., Morbidelli, M. (1997). Optimal operation of simulated moving bed units for nonlinear chromatographic separation. *J. Chromatogr. A.*, 769. 3-24.
- Migliorini, C., Mazzotti, M., Morbidelli, M. (1998). Continuous chromatographic separation through simulated moving beds under linear and nonlinear conditions. *J. Chromatogr. A.*, 827. 161-173.

- Nicoud, R.M. (1999). The separation of optical isomers by simulated moving bed chromatography. *Pharmaceutical Technology Europe*, 11. 36-44.
- Nicoud, R.M. Bailly, M. (1992). Choice and optimization of operating mode in industrial chromatography. *Proceedings of "PREP 92"*, NANCY (France), 6-8 April, ISBN 2-905267-18-6. 205-220.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Temesvári Krisztina

Richter Gedeon Rt., 1475 Budapest 10. PF. 27.

Technológiai Fejlesztési Laboratórium I., Kromatográfiás Egység

Gedeon Richter Ltd., Budapest 10. P.O.B. 27. H-1475 Hungary

Technological Development I., Chromatography Laboratory

Tel.: +36-1-431 4093, fax: +36-1-260 6650

E-mail: k.temesvari@richter.hu, csukas@mail.atk.u-kaposvar.hu



Klórozott polietilényártás modellezése; feladat-orientált folyamat-szimulátor

Kun G., Chován T., Nagy L., Szeifert F., ¹Czeller A., ¹Tóth A.

Veszprémi Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék
¹BorsodChem Rt., Kompaund Üzletág

ÖSSZEFOGLALÁS

A klórozott polietilén (CPE) széles körben alkalmazott, eredendően lágy polimer. Tulajdonságait alapvetően molekuláris és fázis összetétele határozza meg, ami a klórozási folyamat függvénye. A kedvező piaci helyzet indokoltá teszi a CPE gyártás bővítési lehetőségeinek feltárását. Ennek támogatására készítettük el a klórozott polietilényártás modellrendszerét és szimulátorát. A cikkben a vizsgált technológia leírásán túlmenően, saját fejlesztésű szoftverrendszert is bemutatunk, amely a megfelelő termodinamikai fázisok, a komponensek, továbbá a közöttük lévő kölcsönhatások (reakciók, komponens és hőátadások, egyéb folyamatok) definiálásával alkalmas a konkrét technológiával kapcsolatos fejlesztési lépések szimulációs alátámasztására. A szimulátor csomag alapvető elemei: a reaktor szimulátor, a reakció-kinetikai szimulátor és az identifikációs modul.

(Kulcsszavak: klórozott polietilén, tendencia modell, folyamat-szimulátor)

ABSTRACT

Modeling of the polyethylene chlorination process; a problem – oriented process simulator

G. Kun, T. Chován, L. Nagy, F. Szeifert, A. ¹Tóth, A. ¹Czeller
University of Veszprém, Department of Process Eng., Egyetem str. 10, H-8200 Veszprém
¹BorsodChem Ltd., Kazincbarcika

Chlorinated polyethylene (CPE) is a widely used, inherently soft polymer. The final properties of chlorinated polyethylene depend on the molecular and phase structure controlled by chlorination conditions. Present market situation justifies studying the possibilities for the extension of CPE production. To support this work a simulator of the chlorination technology was developed. In the paper, beside the introduction of the CPE process, the details of our modeling approach and the structure of the applied simulator package are discussed. This package allows supporting the process development steps by describing the involved thermodynamic phases and components as well as their interactions (reactions, heat and mass transfer etc.). The simulator package consists of three modules: a reactor simulator, a reaction-kinetic simulator and an identification module.

(Keywords: chlorinated polyethylene, tendency model, process simulator)

BEVEZETÉS

A számítógépek elterjedésével a matematikai modellezés és a számítógépes szimuláció közhasználatú eszközzé vált a különböző mérnöki területeken. Az alkalmazott modellek

skálája a modellezett objektum struktúráját is részleteiben visszatükröző, fizikai-kémiai tartalmat hordozó paramétereket magában foglaló *a priori* modellektől, az input-output méréseken alapuló *a posteriori* (fekete doboz) modellekig terjed. A kevésbé korszerű folyamatirányító berendezést tartalmazó technológiák vizsgálatában, elsősorban az *a priori* jellegű modelleket, az irányítási rendszer kialakításában pedig az *a posteriori*, ill. a kettő előnyeit kihasználó hibrid modelleket részesítjük előnyben.

A számítógépes szimulációs eszközök iránt is egyre erőteljesebb az igény, hiszen speciális feladatok gyors megoldását teszik lehetővé. Ez indította el a célfeladatok megoldására alkalmas, úgynevezett *feladat-orientált* programcsomagok kidolgozását. Ezek általában csak egyes technológiák, vagy szűkebb technológia típusok elemzésére alkalmasak. Legnagyobb előnyük, hogy a feladat jól definiáltságából következően igen pontosan meghatározható technológiai paraméterekre épülnek.

A CPE gyártás áttekintése során először a vizsgált technológiai rendszer matematikai modelljét alkotjuk meg, figyelembe véve azt, hogy itt a modellezés elsődleges célja a kapacitás bővítés tervezésének támogatása. A technológia modell az ehhez szükséges változókat és a közöttük fennálló összefüggéseket rögzíti. A megalkotott modell alapján a különböző feladatok megoldásához, különböző algoritmusok rendelkezhetők (pl. identifikációs, szimulációs, irányítási). Ezen algoritmusokra alapozva lehet a megfelelő számítógépes programot kialakítani, amelynek eredményeképpen létrejön egy számítógépes eszköz, a szimulátor, amely megfelelően alkalmazva segíti a megfogalmazott mérnöki feladat megoldását.

A modellt alkotó folyamatmérnök egyre inkább olyan feladatok megoldásával találja magát szemben, melyek háttérében nagy volumenű, többségében hiányos és bizonytalan információ áll, melynek áttekintése, egészben történő felhasználása és tudássá kovácsolása feltétlenül szükséges a bonyolult problémák eredményes megoldásához. A CPE gyártás során is információszegény környezetben vagyunk kénytelenek dolgozni, hiszen a meglehetősen bonyolult folyamatok kinetikájára vonatkozó információink szegényesek. Ezért a teljes *a priori* tudást magában foglaló részletes kinetikai modell általában nem identifikálható. Ezt a problémát az ún. *tendencia modell* értelmezésével kezelhetjük (Filippi et al., 1975). A tendencia modellt a megoldandó feladat igényei és a rendelkezésre álló információk kompromisszuma mentén alakítjuk ki. Menetének ismertetését megelőzően e cikk először a vizsgált technológiát ismerteti – a következő fejezetben –, ezt követően bemutatjuk a modellt és az implementációt szolgáló szimulátor rendszert.

A VIZSGÁLT TECHNOLÓGIA LEÍRÁSA

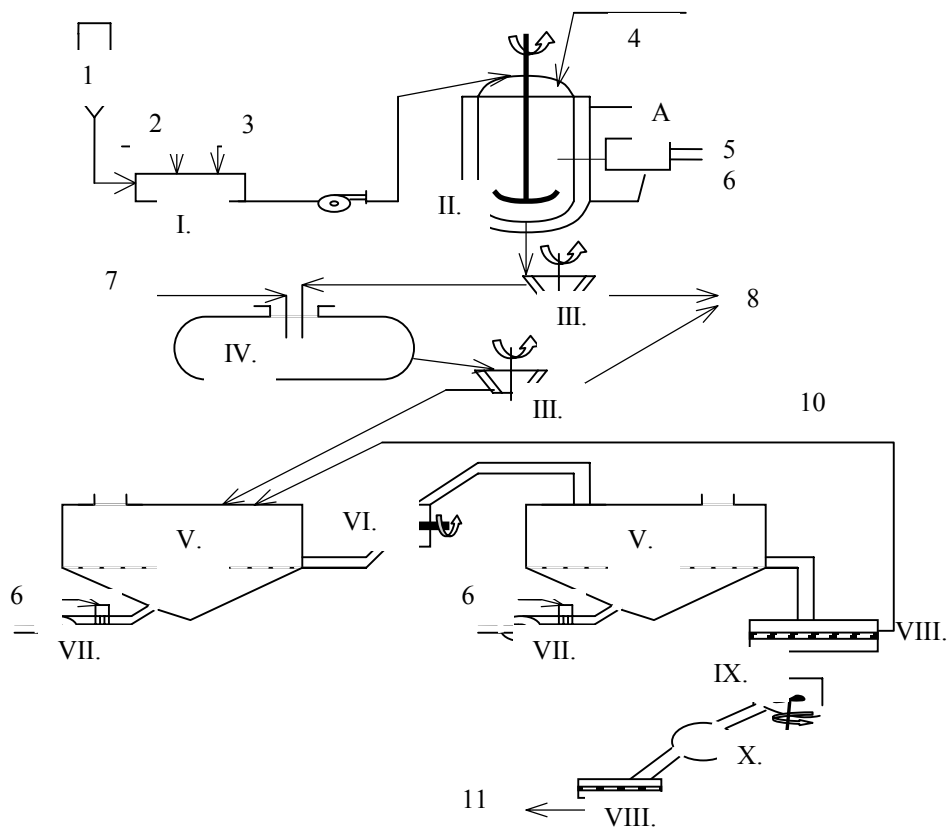
A CPE gyártás többlépcsős technológia, melynek sémáját az 1. ábrán mutatjuk be. Az első lépés az alapanyag polietilénből (1) a hidrofób polietilén-szemcsék nedvesítéséhez szükséges adalékanyagok (3) jelenlétében vizes (2) szuszpenzió készítése (I.). Az előkészített szuszpenziót a reaktorba (II.) töltik és a kezdő hőmérséklet elérése után, megkezdődik a klór (4) pontosan szabályozott sebességű adagolása. A klórozás előrehaladtával a hőmérsékletet meghatározott program (A) szerint emelve a számított mennyiségű klór beadása után a reakcióelegyet hűtik. A reaktorból leengedett reakcióelegyből elválasztják (III.) a CPE-t, majd sósavmentesítés érdekében két lépcsőben mossák (IV.). A CPE nedvességét kétfokozatú, meleg levegős szárítóban (V.) távolítják el, majd megfelelő adalékanyagok hozzáadása után a terméket csomagolják (Kun et al., 2002). A technológiának folyamatosan (V.) és szakaszosan működő (I.-IV.) elemei vannak, melyek együttes jelenléte teszi bonyolultabbá a technológia modellezését

és analizisét, továbbá nehezíti a technológia üzemeltetését, kapacitás bővítését (Tóth és Czeller, 2001).

Az alkalmazott modellezési módszer illusztrálására a továbbiakban a reagáltató alrendszer modellalkotását és a modell, általunk kifejlesztett felhasználói szoftveren való leképezését mutatjuk be.

1. ábra

A CPE gyártás technológiai vázlata



- | | | | |
|-------|------------------------------------|-----|-----------------------------------|
| I. | Szuszpenzió-készítés (Preparatory) | 1. | Polietilén (Polyethylene) |
| II. | Reaktor (Reactor) | 2. | Desztillált víz (Distilled water) |
| III. | Centrifuga (Centrifuge) | 3. | Adalékanyagok (Additives) |
| IV. | Mosótartály (Washing unit) | 4. | Klór gáz (Chlorine gas) |
| V. | Száritó berendezés (Dryer) | 5. | Fűtőgőz (Steam) |
| VI. | Őrlő (Mill unit) | 6. | Hűtővíz (Cooling water) |
| VII. | Kalorifer (Calorific) | 7. | Mosóvíz (Washing water) |
| VIII. | Szita (Drizzle unit) | 8. | Anyalúg (Supernatant) |
| IX. | Keverő (Mixing unit) | 10. | Recirkuláció (Recycle) |
| X. | Hűtő (Cooler) | 11. | Termék (Product) |

Figure 1: The process diagram of CPE production

A MATEMATIKAI MODELL MEGALKOTÁSA

A klórozott polietilényártó technológia vizsgálatához a rendszer feladattól függő, meghatározott részletességű a priori jellegű modelljét alkotjuk meg. A modellalkotás első fázisa a technológia dekomponálása. A klórozó reaktor modellezésének kiindulási alapját a reaktorban lejátszódó folyamatok részletes mechanizmusára vonatkozó elképzelés szolgáltatja. A modell definíciója során az alábbiakat kell figyelembe venni:

- minden olyan termodinamikai fázis definíciója, amely a jelenségek adott pontosságú leírásában szerepet játszik,
- minden egyes termodinamikai fázisban, azon kémiai komponensek megadása, amelyek a leírásban aktív szerepet játszanak,
- fázisonként a kémiai reakciók definíciója, a reakciósebességi egyenletek, ill. reakcióhők megadásával,
- több fázis esetén a fázisok közötti komponens átadás definíciója.

A klórozás műveletét kevert, szakaszos reaktorban végzik. A reaktortér így első lépésben gáz, folyadék és szilárd fázisokra dekomponálható, amely utóbbi azonban önmagában is összetett. Elektronmikroszkópos felvételek alapján feltételezhető, hogy a komponens transzport szempontjából, a folyadék tömbfázist (F1) és a polimer megolvadásakor a "szilárd fázis" üregeibe zárt folyadék fázist (F2) célszerű különválasztani, mert azok a komponens koncentrációk szerint különböznek egymástól (Marossy, 1982). A dekomponálás mértékének meghatározásánál arra is tekintettel kell lennünk, hogy a kialakítandó modell paramétereinek meghatározásához megfelelő információk álljanak rendelkezésünkre. Ezen megfontolások alapján alakítottuk ki a reagáltató alrendszer struktúráját, mely a 2. ábrával szemléltethető.

Az összetett rendszer modelljét elemeinek modelljéből építjük fel (Árva és Szeifert, 1981). A dekompozíció legfelső szintjén a *reaktortest*, a *reaktortér* és a *köpenyter* rendszerelemet különböztetjük meg. Ezeket hőátadási folyamatok kapcsolják össze.

A *reaktortér modellezéséhez* az alábbi folyamatokat vesszük figyelembe:

- klórozási reakció,
- komponensátadás a folyadék fázisok között,
- ionreakciók a folyadék fázisokban (F1 és F2).

A reaktortér modellje a vegyészmérnöki modellezési gyakorlatban elterjedten használt mérlegegyenletek felírásával tehető teljessé (Simándi et al., 2002). Minden fázisra, a fázistömeg időbeli változását, a fázisokon belül minden komponens tömegváltozását, valamint a fázisokra vonatkozó entalpiaváltozásokat differenciálegyenletekkel felírva kapjuk a komponensmérlegeket, illetve a lejátszódó reakciók és a betáplálások-eltvételek összegzett hőáramát az alábbi formában:

$$\frac{dm(t)}{dt} = \sum_{i=1}^N F_i(t) \quad (1)$$

$$\frac{d(m \cdot x_j)}{dt} = \sum_{i=1}^N [F_i(t) \cdot x_{i,j}(t)] + M_j \cdot m(t) \cdot \sum_{i=1}^N [\mu_{i,j} \cdot r_i(t)] \quad (2)$$

$$Q_R = m(t) \sum_{i=1}^N (\Delta H_{Ri} \cdot r_i(t)) + B_{BE} \cdot (\rho \cdot c_p) \cdot (T_{BE} - T_R) \quad (3)$$

2. ábra

A CPE gyártás reagáltató alrendszerének dekompozíciója

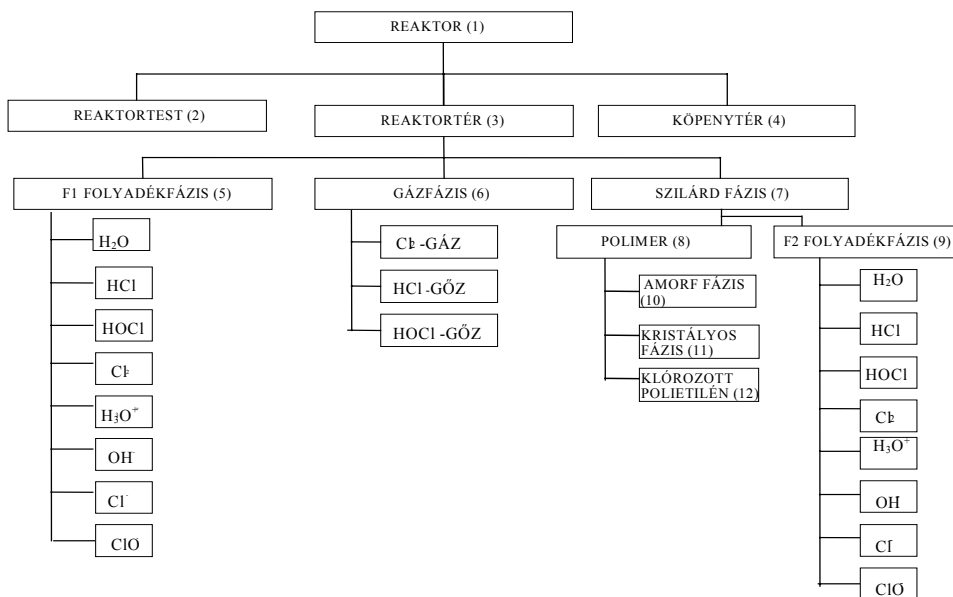


Figure 2: Decomposition of the CPE reactor subsystem

Reactor(1), Reactor wall(2), Inside the reactor(3), Inside the jacket(4), F1 liquid phase(5), Gas phase(6), Solid phase(7), Polymer phase(8), F2 liquid phase(9), Amorphous parts of the polyethylene(10), Crystalline parts of the polyethylene(11), Chlorinated polyethylene(12)

Az egyenletben alkalmazott t jelöli az időt [óra], m a fázistömeget [kg], F_I a fázistömeg-áramot [kg/óra], x_J a J-ik komponens tömeghányadát, M_J a J-edik komponens móltömegét [kg/kmol], $\mu_{i,J}$ a J-ik komponens sztöchiometriai együtthatóját az I-edik reakcióban és az r_I az I-edik reakció reakció-sebessége. A B_{BE} a betáplált komponens tömegáramát, ρ a sűrűségét, c_p a fajhőjét, T_R pedig a reaktor hőmérsékletét jelenti.

A reagáltató alrendszerben lejátszódó egyik leglényegesebb folyamatnak a folyadékfázisok közötti sósav, illetve a maradvány-komponensek (Cl_2 , $HOCl$) átadási folyamatát, valamint magát a klórozást tekintettük. Az átadási folyamatokat formális kémiai reakciónak vettük. Feltételeztük továbbá, hogy a gáz- és a folyadékfázis, a kristályos, ill. az amorf polimer fázis homogén, valamint a reaktortér termodinamikai fázisai közötti hőátadás gyors, ezért a különböző fázisok hőmérsékletei megegyeznek.

A köpeny és a reaktortest modellezésekor figyelembe kell venni, hogy a köpenytérben a köpeny hőmérséklete az idő mellett a hosszának is függvénye, így itt elosztott paraméterű modellel közelítünk. A folyadékkal feltöltött köpenytér a következő differenciál egyenlettel definiálható:

$$V \cdot \rho \cdot c_p \frac{\partial T}{\partial t} + B \cdot \rho \cdot c_p \frac{\partial T}{\partial x} = (\kappa \cdot F) \cdot (T_R - T) + (\alpha \cdot F_K) \cdot (T_K - T) \quad (4)$$

$$\frac{\partial(V \cdot \rho \cdot c_p \cdot T_R)}{\partial t} = Q_R - \kappa \cdot F (T_R - \bar{T}) \quad (5)$$

Ahol a B a köpenyen átfolyó térfogatáramot jelöli, $\kappa \cdot F$ és $\alpha \cdot F_K$ a hőátaszármaztatás paramétere a reaktortér, illetve a köpeny felé, V a köpeny teljes térfogata, ρ a köpenyben áramló közeg sűrűsége, c_p a fajhője, T_R a reaktor hőmérséklete, $\bar{T}$ a köpeny átlagos hőmérséklete (integrál középérték); x pedig dimenziómentes hosszkoordináta.

AZ ALKALMAZOTT SZIMULÁTOR RENDSZER

A technológiatervezés, fejlesztés, (analízis és szabályozás) területén az egyik legsikeresebben alkalmazható eszköz az adott kémiai technológia szükséges részletességű modellje alapján történő számítógépes *szimuláció*. E szimulációs vizsgálatok célja elsősorban:

- a technológia legfontosabb folyamatainak jó megértése,
- a termékminőséget meghatározó legfontosabb folyamatok részletes vizsgálata,
- azon technológiai elemek kiemelése, amelyek a szűk keresztmetszetét jelentik,
- az egyes alrendszerek kapacitásainak becslése, korszerű irányítási rendszer kialakításának megalapozása.

A gazdasági és a konkrét igények szempontjait is figyelembe véve, a kereskedelmi forgalomban vásárolható szoftverek (CHEMCAD, BatchCAD stb.) mellett, saját fejlesztésű programokra is szükség van. Az elmúlt évek technológiafejlesztési projekteinek lehetőségeit kiaknázva részben általános célokat is kielégítő szimulátort fejlesztettünk ki. A szimulátor rendszer három elkülönülő autonóm részből áll.

- BRS (Batch reaktor szimulációja): köpenyoldalon hűthető-fűthető autokláv struktúráját visszatükröző szimulátor, amely alkalmas a reaktoron végzett mérésekre kísérlettervezésre, illetve a mérési adatok feldolgozására, irányítási algoritmusok tesztelésére. A reaktor és a benne lejátszódó kémiai reakciók szimulálására az alábbi KRS-sel együtt használható.
- KRS (Kinetikai rendszerek szimulációja): definiált reakció mechanizmus alapján tetszőleges, többfázisú reakciórendszer szimulálására alkalmas. A reakciókinetikai modell megoldását szolgálja. Autonóm módon a BRS alrendszertől függetlenül is, illetve azzal együttesen is használható.
- RKI (Reakciókinetika identifikáló): a reakciókinetika szimulátor megfelelő szélsőérték-kereső eljárással kiegészített változata. Mérési adatok alapján (hőáramok, analitikai mérések) olyan reakciókinetikai paramétereket tudunk identifikálni, mint pl. reakciósebességi állandók, aktiválási energiák.

Az előző részben bemutatott modellek alapján kialakított szimulációs algoritmust a MATLAB nyelven megírt, fenti szimulátor rendszerben képeztük le. A differenciálegyenletek megoldását biztosító szimulációs keretrendszer a három modulból épül fel. A reaktor modell struktúrájában az alacsonyabb hierarchia szintek a termodinamikai fázisokban lejátszódó kémiai reakciókra és komponens átvadásokra specifikusak, ezért a reaktorteret a KRS szimulátorban (3. ábra) képeztük le.

3. ábra

A KRS szimulátor modul működési sémája

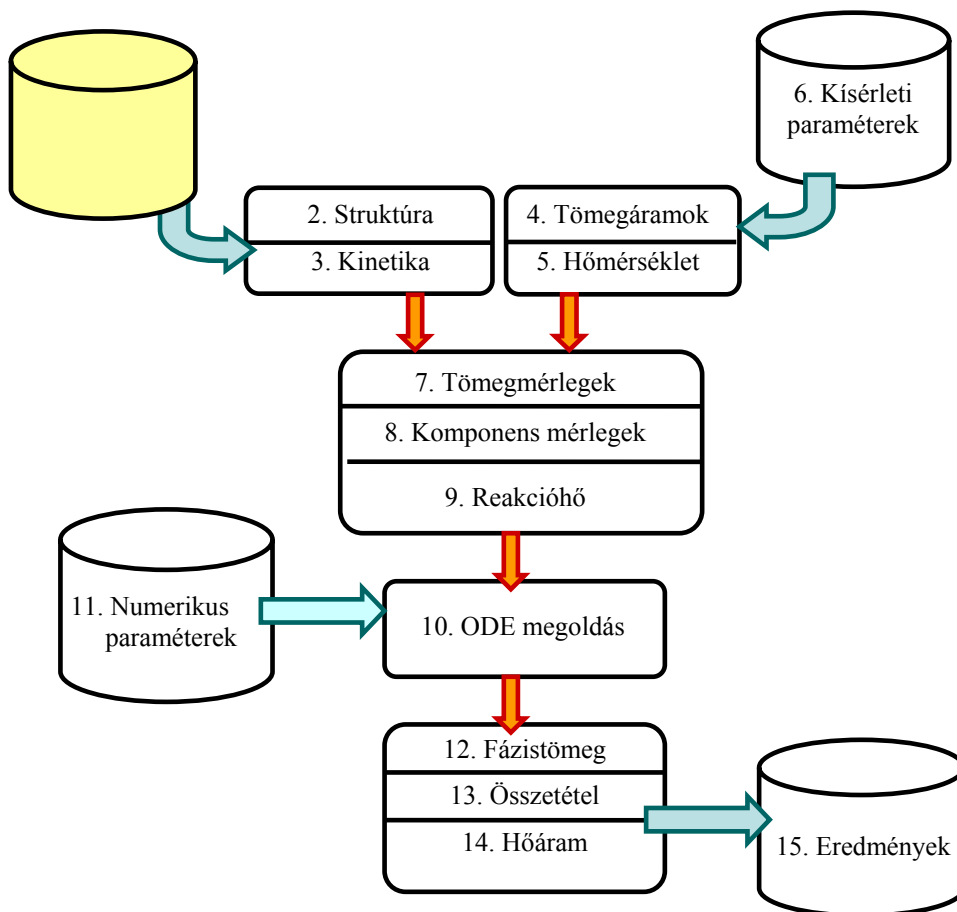


Figure 3: Operational schema of the KRS module

Reaction parameters(1), Structure(2), Kinetics(3), Mass flows(4), Temperature(5), Experimental parameters(6), Mass Balance(7), Component balance(8), Reaction heat(9), ODE solution(10), Numerical parameters(11), Mass of phase(12), Composition(13), Heat flow(14), Results(15)

Az KRS modulhoz beviteli mezőkben adhatjuk meg a számításához szükséges bemenő adatokat, táblázatos, jól áttekinthető formában (4. ábra). A reakciókinetikai szimulátor működéséhez olyan paraméterek megadása szükséges, mint a termodinamikai fázisok és a komponensek száma, a komponensek molekulatömege, a fázisban lejátszódó reakciók száma, valamint a reakciókinetikai paraméterek.

4. ábra

Felhasználói felület I.: Komponensek, fázisok megadása

KinSim paraméterek

Fázisok, komponensek | Reakciók | Sztöchiometria, rendűség | Numerikus paraméterek

Megjegyzés: Klórozás első lépése

Termodinamikai fázisok megadása

Fázisok száma: 4 < új új >

Aktuális fázis: 1 < >

Fázis kódja: faz_1 Törlés

Fázis neve: Szilárd

Komponensek az aktuális fázisban

Komponensek száma: 3 15 < új új >

Aktuális komponens: 1 1 < >

Komponens kódja: komp_1 Törlés

Komponens neve: 1 PE(A)

Móltömeg: 160000

Paraméter fájlok konfigurálása | Beolvasás fájlból | Mentés fájlba | OK

Figure 4: User interface I.: Definition of the components and the phases

Phases and components(1), Reactions(2), Stoichiometry and reaction order(3), Numerical parameters(4), Thermodynamic phases(5), Number of phases(6), Actual phase(7), Phase code(8), Phase name(9), Components in the actual phase(10), Number of components(11), Actual component(12), Component code(13), Component name(14), Molecular weight(15)

A szimulátorban a reaktorban végrehajtandó műveleteket fázisokra bontva tudjuk leképezni (5. ábra).

Ez az eszköz lehetővé teszi, hogy különböző bemeneti paraméter értékek mellett megvizsgálhassuk az egyes események következményeit, az eredményeket pedig mind táblázatos, mind grafikus úton megjelenítve értékelni tudjuk.

A reaktor modell struktúrájában a felső két szint a reaktorra és a hőátadásra specifikus, ezért azt a BRS szimulátorban (6. ábra) képeztük le. Ez a modul alkalmas szakaszos reaktorok hőtani vizsgálatára, valamint szabályozók hangolására is.

5. ábra

Felhasználói felület II.: Adagolási művelet

Műveleti szakaszok **Adagolás, páratösszetétel** Hőmérsékletek, desztillátum

Megjegyzés: Klórozás első lépése

Művelet 1 Klórozás első lépése < >

Művelet lépéseinek megadása

Paraméterek kiválasztása Adagolási program

Lépés	Idő(perc)	Hossz(perc)	Fázis (-)	Cp(kJ/kgK)	Hőmérs.(C)	Tömeg(kg)
1	0	0	faz_3	4.2	60	10000
2	0	0	faz_1	1.68	40	301
3	0	0	faz_1	1.68	40	399
4	0	0	faz_2	4.2	40	50
5	0	160	faz_4	0.477	40	397.15

< új új > Törlés

	8	9	10	11
	komp_8	komp_9	komp_10	komp_11
x_komp	1	0	0	0

Paraméter fájlok konfigurálása Beolvasás fájlból Mentés fájlba OK

Figure 5: User interface II.: Dosing operations

Operation steps(1), Dosing and distillate composition(2), Temperatures and distillate(3), Comment(4), Actual operation(5), Definition of operation steps(6), Selection of parameter: Dosing program(5), Step(6), Time(7), Duration(8), Phase(9), Specific heat(10), Temperature(11), Amount(12)

A batch reaktor szimulátor működéséhez olyan paraméterek megadása szükséges, mint a köpeny belső átmérője, a hő-átszármaztatások, a reaktorfal hővezető-képessége. A KRS modulhoz hasonlóan beviteli táblákban tudjuk megadni ezeket az információkat, melyek könnyen kezelhető és átlátható felületet biztosítanak a felhasználóknak. A szimulátor RKI eleme a modellben szereplő paraméterek értékeinek kísérleti adatokból történő meghatározását segíti.

6. ábra

A BRS szimulátor modul működési sémája

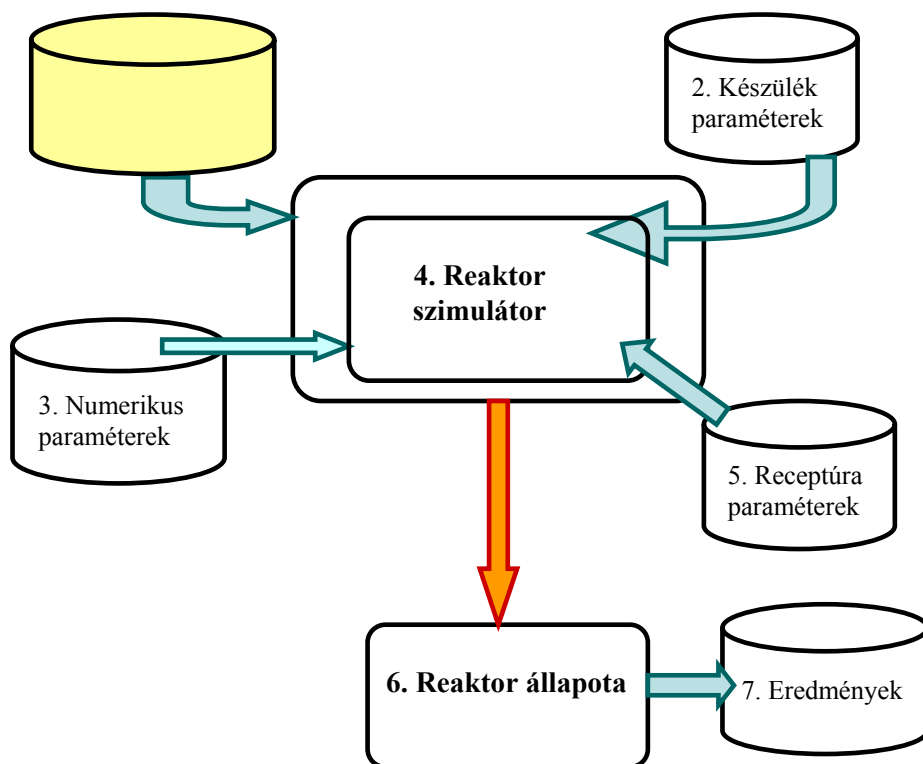


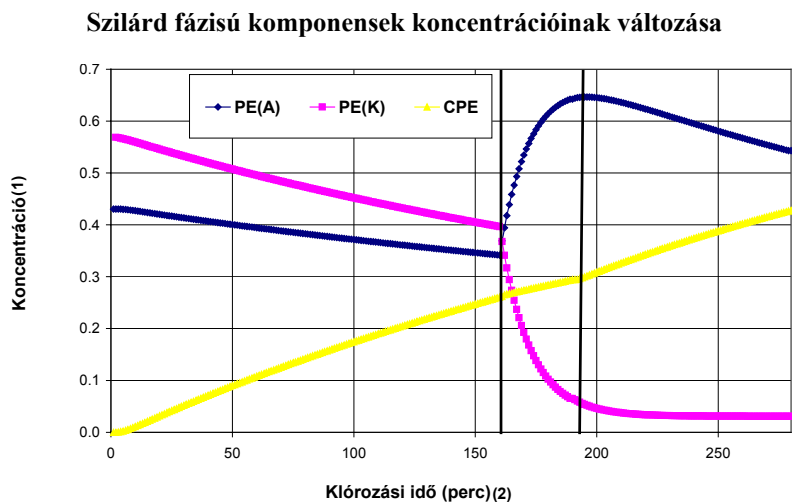
Figure 6: Operational schema of the BRS module

$Q(t)$ from the kinetic simulator or from a time function(1), Equipment parameters(2), Numerical parameters(3), Reactor simulator(4), Recipe parameters(5), State of the reactor(6), Results(7)

SZIMULÁCIÓS VIZSGÁLATOK

A szimulátor működését a CPE gyártás reagáltató alrendszerén keresztül mutatjuk be. A kémiai reakciót a szakaszosan működő klórozó reaktorokban klór gáz bevezetésével két különböző hőmérséklet szinten valósítják meg, a két izoterm fázis közé rövid felfűtési szakaszt iktatva. A szilárd fázisban lejátszódó reakció mellett a fő folyamat a klór szilárd fázisba való juttatása és a keletkező sósav komponens folyadék, ill. gőz fázisba való transzportja. Ezen folyamatok időbeli lefutását mutatja a 7. és 8. ábra. A szimulátor valósághoz történő illesztését a rendelkezésünkre bocsátott mérési adatok alapján végeztük.

7. ábra



PE(A): a polietilén amorf része (*Amorphous parts of the polyethylene*), PE(K): a polietilén kristályos része (*Crystalline parts of the polyethylene*), CPE: klórozott polietilén (*Chlorinated polyethylene*)

Figure 7: Change of the concentration of the solid phase components

Concentration(1), Time of chlorination (min)(2)

8. ábra

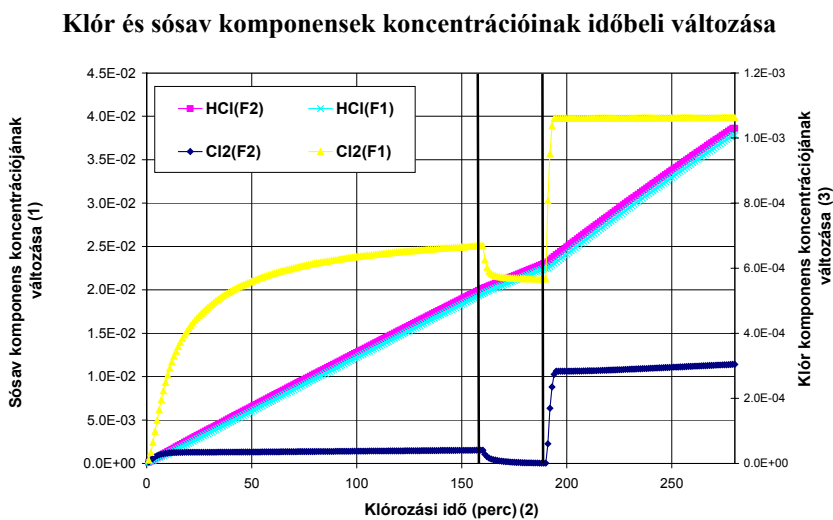


Figure 8: Change of concentration of the component Cl_2 and HCl

HCl concentration(1), Time of chlorination (min)(2), Chlorine concentration(3)

A részletes analízissel feltárhatjuk a lejátszódó részfolyamatok konverzióra gyakorolt hatását, amiből a klórbevezetés és hőmérséklet vezetés optimális körülményei meghatározhatók.

Munkánkat összefoglalva, CPE gyártó technológia kapacitásbővítési lehetőségeinek feltárásához a működő technológia analizisét kellett elvégeznünk. Ehhez a technológia olyan modell rendszerét alakítottuk ki, amely hierarchikus rendszer szemléletet követve, magában foglalja a technológia analizis szempontjából fontos folyamatok leírását, ugyanakkor figyelembe veszi az információ szegény környezetet is. A technológia kulcs műveleteinek modelljét általános célú saját fejlesztésű szimulátor rendszeren képeztük le. A bemutatott szimulátorral elvégezhető vizsgálatok segítséget nyújtanak a technológia optimális munkapontjainak meghatározásához és a kapacitásbővítési döntések megalapozásához.

IRODALOM

- Árva P., Szeifert F. (1981). Kémiai technológiai rendszerek matematikai modellezése, Magyar Kémikusok Lapja, 12. 648-654.
- Filippi C., Bordet, J.L., Villermoux, J., Barney, J.L., Bonte, P., Gerogakis, C. (1975). Tendency modeling of semibatch reactors for optimization and control. Chem. Engng. Sci., 41. 913-920.
- Kun G., Chován T., Szeifert F., Tóth A., Czeller A. (2002). Klórozott polietilényártás modellezése, Műszaki Kémiai Napok'02, április
- Marossy K. (1982). A CPE többfázisú szerkezete, Műanyag és Gumi, 3. 19.
- Simándi B., Sawinsky J., Deák A. (2002). Kémiai reaktorok kísérleti vizsgálata és modellezése, Magyar Kémikusok Lapja, 3. 102-105.
- Tóth A., Czeller A. (2001). Klórozott polietilén gyártásának fejlesztése, az alkalmazási lehetőségek bővítése. OAAKK. 3. Balatonfüred, október 14-17.

Corresponding author (*levelezési cím*):

Tibor Chován

Veszprémi Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék
8201, Veszprém, Pf. 158.

*University of Veszprém, Department of Process Engineering
H-8201, Veszprém, POB. 158*

Tel: +36-88-624 209, fax: +36-88-624 171

E-mail: chovan@fmt.vein.hu



Folyamatos kristályosítók modell-bázisú irányítása

Moldoványi N., Lakatos G.B., Szeifert F.

Veszprémi Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék, Veszprém, 8200 Egyetem u. 10.

ÖSSZEFOGLALÁS

A kristályosítás a vegyipar széles körben alkalmazott tisztítási, szétválasztási és szemcseképzés-célú művelete. Egy izoterm folyamatos kristályosító momentum modelljében az állapotot hatelemű vektorral írjuk le (az első négy momentum, oldott anyag koncentráció, oldószer koncentráció), melynek időbeli változása a hatdimenziós fázistér egy részében történik. A kristályosító nemlineáris MIMO rendszer, melynek állapotváltozói között csatolás figyelhető meg. A szabályozási vizsgálatok azt mutatják, hogy a lineáris MPC egy a célnak megfelelő szabályzó, beoltással a kristályosító irányíthatósága javul.

(Kulcsszavak: kristályosítás, szabályozás, modellezés)

ABSTRACT

Model Based Control of Continuous Crystallizers

N. Moldoványi, G.B. Lakatos, F. Szeifert

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

Crystallization is a widely used cleaning, separation and grain producing technique in the industry. The moment equation model of an isothermal continuous crystallizer forms a dynamical system the state of which is represented by the vector of six variables (: the first four leading moments, solute concentration, solvent concentration) and its time evolution occurs in a region of the six-dimensional phase space. The crystallizer is a nonlinear MIMO system with strong coupling between the state variables. The results of the controlling study have shown that the linear MPC is an adaptable and feasible controller and by seeding, the controllability of the crystallizer increases.

(Keywords: crystallization, controlling, modeling)

BEVEZETÉS

A kristályosítás a vegyipar széles körben alkalmazott tisztítási, szétválasztási és szemcseképzés-célú művelete, melynek egyik legfontosabb minőségi kritériuma a termelt kristályok milyensége, ezen belül is elsősorban méreteloszlása. A kristályméret-eloszlásban fellépő változásokat a populációs mérlegegyenlettel írhatjuk le, amely a méreteloszlásokat reprezentáló populációs sűrűség- vagy eloszlásfüggvényre vonatkozó parciális differenciál-egyenlet – sok esetben parciális integro-differenciálegyenlet, lásd Hulburt (1964), Randolph (1988), Tavaré (1995), Ramkrishna (2000), Blickle (2001). Ez azt jelenti, hogy a kristályosítók dinamikus modellje még a modellezés szempontjából legegyszerűbb esetben, ti. a teljesen kevert, reprezentatív termékélvételű – az általánosan használt angol rövidítéssel **MSMPR**-nek nevezett – kristályosító esetében is közönséges

és parciális differenciálegyenletek vegyes rendszereként alakul ki. Ráadásul a kristályosítási folyamatok többnyire nemlineárisak, ami természetesen tovább növeli a feladat összetettségét. Mindez azt eredményezte, hogy a folyamatos kristályosítók irányítása gyakran a finomszemcsék mennyiségének empirikusan kidolgozott szabályozásán alapul, lásd *Randolph* (1988).

A kristályosítók azonban valójában sokváltozós rendszerek, több bemenettel és több kimenettel, melyek között gyakran erős csatolások vannak (*Rohani* (1995)), így jó minőségű, korszerű irányításuk elsősorban modell-bázisú MIMO szabályozási rendszerek kidolgozásától és alkalmazásától várható. Erre azonban az irodalomban még kevés példát találunk (*Myerson* (1987), *Jager* (1992), *Rohani* (1999)). Az egyik fő probléma az, hogy a kristálméret-eloszlás megfelelő modell-bázisú szabályozása – a populációs mérlegegyenlet említett tulajdonságai miatt – elvileg magasrendű szabályozók alkalmazását igényli, ami komoly nehézségeket jelent. A kristályosítók azonban disszipatív rendszerek (*Lakatos* (1997)), ami a végtelen dimenziós disszipatív dinamikus rendszerekre vonatkozó ismeretek alapján (*Temam* (1988)) a dinamikus rendszereként kezelt kristályosító modellekben is véges dimenziós globális attraktorok létezésére utal. Ez megfelelő alapot teremt jó minőségű, alacsony rendű modell-bázisú szabályozók szintetizálására és alkalmazására is. Ugyanakkor ez azt is jelzi, hogy a kristályosítók modell-bázisú szabályozási rendszereinek szintetizálásában jó közelítéssel használható fel a populációs mérlegegyenletből generálható – közönséges differenciálegyenlet-rendszerként előálló – momentummodell. Ezt a tulajdonságot használták fel *Chiu és Christofides* (1999) is nemlineáris SISO szabályozó szintézisére.

Jelen munkánk célja, hogy a momentummodell felhasználásával folyamatos kristályosítók modell-bázisú MIMO szabályozási rendszerét szintetizáljuk. Ehhez megfogalmazzuk folyamatos izoterm kristályosító többváltozós nemlineáris – és linearizált – állapotér-modelljét, megvizsgáljuk a kristályosító irányíthatósági és megfigyelhetőségi tulajdonságait, az egyes bemeneti és kimeneti változók közötti csatolásokat, és bemutatjuk 2-manipulált, 2-irányított változóval rendelkező rendszer szabályozását.

MOMENTUM MODELL

Tekintsünk egy folyamatosan üzemelő izoterm MSMR kristályosítót, amelyben egyetlen oldott komponens kristályosítása megy végbe. Feltételezve, hogy a folyamat során

- a kristályos szuszpenzió teljesen kevert és munkatérfogata állandó,
- a keletkező kristálygócok L_n (lineáris) mérete elhanyagolhatóan kicsi, azaz $L_n=0$,
- a kristályok töredezése és agglomerációja elhanyagolható mértékű,
- nincs kristálynövekedési diszperzió,
- a termékeltétel reprezentatív, azaz a kimenet ugyanolyan összetételű, mint a kristályosító-ban kialakuló kristályos szuszpenzió összetétele,
- a kristályok gócképződési sebességét a

$$B_p(c, c^*, \varepsilon) = k_p \varepsilon \exp \left(- \frac{k_e}{\ln^2 \left(\frac{c}{c^*} \right)} \right) \quad (1)$$

- Volmer modellel írjuk le, ahol ε az oldattérfogathányadot jelöli, míg
- a kristálynövekedés (bruttó) lineáris sebességét a

$$G(c, c^*, L) = \frac{dL}{dt} = k_g (c - c^*)^g (1 + aL) \quad (2)$$

sebességi egyenlettel adhatjuk meg. A kristályosító részletes populációs modellje *Moldoványi* (2002) helyen található. A jelölésjegyzéket és a KCl-os modellezett rendszerre alkalmazott paramétereket az 1. táblázatban mutatjuk be.

1. táblázat

Jelölésjegyzék, a kristályosító modell paraméterei

Jelölés	Leírás [mértékegység]	Érték a KCl kristályosítóra
B_p	Gócképződési sebesség [$\text{no.m}^{-3}\text{s}^{-1}$]	
C	Kikristályosodó szuszpenzió koncentrációja [kgm^{-3}]	
C^*	Szaturációs koncentráció [kgm^{-3}]	108
D_{ap}	Dimenziómentes gócképződési paraméter	5042,5
G	Kristálynövekedési sebesség kitevője	1
G	Kristálynövekedés sebessége [ms^{-1}]	
k_e	Gócképződési sebesség paramétere	0,01
k_g	Kristálynövekedési sebesség állandója [$\text{ms}^{-1}(\text{m}^3\text{kg}^{-1})^g$]	$1,2458 \cdot 10^{-8}$
k_p	Kristálynövekedési sebesség állandója [$\text{No m}^{-4}\text{s}^{-1}$]	$3 \cdot 10^7$
k_v	Térfogati formafaktor	0,525
L	Szemcse lineáris mérete [m]	
L_n	Góc lineáris mérete [m]	
N	Populációs sűrűségfüggvény [no.m^{-4}]	
S	Léptékező paraméterek	
x_m	Dimenziómentes m. momentum ($m=0,1,2,\dots$)	
Y	Dimenziómentes szuper-szaturáció	
y_{sv}	Dimenziómentes oldószer koncentráció	
V	Szuszpenzió térfogata [m^3]	10
α	Dimenziómentes paraméter, az oldott anyag sűrűsége és koncentrációja közti különbségre	29,1852
β	Dimenziómentes paraméter, a kristálynövekedési sebesség méretfüggésére	0
E	Oldattérfogat-hányad	
γ	Dimenziómentes paraméter, a szaturációs koncentrációra	1
τ	Dimenziómentes átlagos tartózkodási idő	0,9
ξ	Dimenziómentes idő	
Indexek		
0	Kezdeti érték	
S	Állandósult érték	
Sv	Oldószer	
In	Bemeneti érték	

Table 1: Notation, parameters of the crystallizer

A részletes – populációs – modellt, kihasználva a rendszer disszipatívitásából eredő tulajdonságokat, véges dimenziós momentumtérre való projekcióval közelítjük.

A populációs mérlegegyenlethez megfelelő átalakításokkal nyerjük a

$$\mu_m(t) = \int_0^\infty L^m n(L,t) dL, \quad m = 0,1,2,3...$$

momentumokra vonatkozó momentumegyenleteket. (Itt az $n(\dots)$ jelöli a kristályok populációs sűrűségfüggvényét, amellyel az $n(L,t)dL$ kifejezés az $(L, L+dL)$ méretintervallumba eső kristályok számát adja egységnyi szuszpenzió-térfogatban.) Ez általános esetben a momentumegyenletek végtelen hierarchiájához vezet, lásd Lakatos (2002). Itt azonban közelítés nélkül lezárható – rendszer tulajdonságaiból következően – a harmadik momentumra vonatkozó egyenlettel. Az így kapott momentummodellt – a léptékezéshez felhasznált

$$\xi = s_t t, \quad x_m = s_m \mu_m, \quad m = 0,1,2,3, \quad y = s_c (c - c^*), \quad y_{in} = s_c (c_{in} - c^*)$$

$$y_{sv} = s_c c_{sv}, \quad y_{svin} = s_c c_{svin}, \quad w = s_q q$$

dimenziómentes változók,

$$s_c := \frac{1}{\max\{c_{in}\} - c^*}, \quad s_0 := \frac{6k_p k_g^3}{s_t^3 \gamma^{3g}}, \quad s_1 := \frac{6k_p k_g^2}{s_t^2 \gamma^{2g}}, \quad s_2 := \frac{3k_p k_g}{s_t \gamma^g}, \quad s_3 := k_p, \quad s_t := s_q s_p$$

léptékező paraméterek, valamint

$$\alpha := s_c (\rho - c^*), \quad \beta := \frac{k_g a}{s_t \gamma^g}, \quad \gamma := s_c c^*, \quad \tau := s_t \frac{V}{q} = s_t \bar{t}, \quad D_{ap} := \frac{6k_p k_p k_g^3}{s_t^4 \gamma^{3g}}, \quad \Omega := s_p V$$

dimenziómentes paraméterek bevezetésével a

$$\frac{dx_0}{d\xi} = w \frac{x_{0in} - x_0}{\Omega} + D_{ap} (1 - x_3) \exp \left(- \frac{k_e}{\ln^2 \left(\frac{y + \gamma}{\gamma} \right)} \right) \quad (3)$$

$$\frac{dx_m}{d\xi} = w \frac{x_{min} - x_m}{\Omega} + y^g (x_{m-1} + m \beta x_m), \quad m = 1,2,3 \quad (4)$$

$$\frac{dy}{d\xi} = w \frac{y_{in} - y}{\Omega (1 - x_3)} - \frac{(\alpha - y) y^g (x_2 + 3 \beta x_3)}{1 - x_3} \quad (5)$$

$$\frac{dy_{sv}}{d\xi} = w \frac{y_{svin} - y_{sv}}{\Omega (1 - x_3)} - \frac{y_{sv} y^g (x_2 + 3 \beta x_3)}{1 - x_3} \quad (6)$$

formában írhatjuk fel az

$$x_m(0) = x_{m0}, \quad m = 0,1,2,3, \quad y(0) = y_0, \quad y_{sv}(0) = y_{sv0} \quad (7)$$

kezdeti feltételekkel.

Ezzel a transzformációval a kristályosító állapotát – az irányításelméletben általánosan használt jelölésekkel – az $\mathbf{x} = (x_0, x_1, x_2, x_3, y, y_{sv})$ hatással határozzuk meg, amely értékeit az $\mathbf{R}^6$ vektortérből veszi fel, és amelynek változásait a (3)-(7) nemlineáris

állapottér-modell írja le. A bemenetet az $\mathbf{u}=(x_{0in},x_{1in},x_{2in},x_{3in},y_{in},w)$ vektorral, míg a kimenetet az $\mathbf{y}=\mathbf{x}$ módon definiáljuk.

MEGFIGYELHETŐSÉG ÉS IRÁNYÍTHATÓSÁG

A (3)-(7) modellel leírt kristályosító MIMO-szabályozásának vizsgálatához szabályozott jellemzőkként a kristályméret-eloszlás

$$\nu_1 = \frac{x_1}{x_0}, \quad \nu_2 = \frac{x_2}{x_0} - \left(\frac{x_1}{x_0}\right)^2, \quad \nu_3 = x_3 \quad (8)$$

kifejezésekkel definiált három karakterisztikus jellemzőjét (kristályméret, méreteloszlás szórásnégyzete és produktivitás), míg manipulált változókként a

$$\mathcal{Q}_1 = u_5 = y_{in}, \quad \mathcal{Q}_2 = u_6 = w \quad (9)$$

bemeneti változókat (bemeneti koncentráció és áramlási sebesség) választottuk. A momentumok bemeneti értékeit az $u_k=0$, $k=1,2,3,4$, az oldószer bemeneti értékét pedig az $y_{svin} = \rho_{sv}(s_c - u_5 / \rho)$ módon választottuk meg. (Ahol a KCl kristályosítóra $\rho = 3260 \text{ kg/m}^3$ és $\rho_{sv} = 1000 \text{ kg/m}^3$)

A (3)-(7) rendszer megfigyelhetőségét és irányíthatóságát a nemlineáris modell egy-egy munkapontjában, a linearizált modell felhasználásával végeztük el. Ehhez meghatároztuk a linearizált modell rendszer- és bemeneti mátrixait. A rendszermátrix lényegében a (3)-(6) differenciálegyenlet-rendszer Jacobi-mátrixaként adódott, amelyet a rendszer lokális stabilitásának vizsgálatában is felhasználtunk. A numerikus kísérleteket MATLAB fejlesztői környezetben végeztük.

A (3)-(7) modellel leírt kristályosító a teljes paraméterterben egyetlen stacionárius állapottal rendelkezik. Az ugrásfüggvény bemenetekre a paraméterek egyes tartományaiban monoton állapotváltozásokkal, illetve csillapodó vagy állandósult – határciklus – oszcillációkkal válaszolt. A szimulációs vizsgálatokhoz csillapodó válaszokkal jellemzett munkapontokat választottunk, és a kristályosító – a megfigyelhetőségi és irányíthatósági mátrixok rangjainak vizsgálatával (Rao (1993)) kapott eredmények alapján – azok mindegyikében megfigyelhetőnek és irányíthatónak bizonyult.

Szimulációs vizsgálatokkal határoztuk meg az (8) és (9) összefüggésekkel definiált bemenetek és kimenetek kapcsolatait mutató relatív erősítési mátrixait is (Maciejowski (1989)). Az egyes eltérés-bemenet/eltérés-kimenet párokra az alábbi értékeket kaptuk:

$$\begin{bmatrix} \Delta \nu_1 \\ \Delta \nu_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 128.21 & -127.21 \\ -127.21 & 128.21 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \mathcal{Q}_1 \\ \Delta \mathcal{Q}_2 \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} \Delta \nu_1 \\ \Delta \nu_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \mathcal{Q}_1 \\ \Delta \mathcal{Q}_2 \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} \Delta \nu_2 \\ \Delta \nu_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \mathcal{Q}_1 \\ \Delta \mathcal{Q}_2 \end{bmatrix}$$

ami azt mutatja, hogy a kristályos termék átlagmérete és a termék méreteloszlásának diszperzitása együtt nagyon nehezen szabályozható. De mivel e két jellemző szabályozásának van a legnagyobb gyakorlati haszna, más megoldást kellett keresni. Kristályok beoltásával a relatív erősítési mátrix már lehetségesnek mutatja a két jellemző együttes szabályozását:

$$\begin{bmatrix} \Delta \nu_1 \\ \Delta \nu_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.24 & -0.24 \\ -0.24 & 1.24 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \mathcal{Q}_1 \\ \Delta \mathcal{Q}_2 \end{bmatrix}$$

A beoltó kristályok mennyiségére a kristályosító szabályozhatósága igencsak érzékeny, mely változást a relatív erősítési mátrixok is jól mutatnak.

SZABÁLYOZÁSI VIZSGÁLATOK

A paraméterek és bemenetek vizsgált tartományában az objektum közel lineáris, a lineáris modellt leíró **A**, **B** és **c** állandónak tekinthető. Az 1. ábrán látható, hogy egy hatodrendű modell megfelelően közelíti az objektumot, a MPC-hez alkalmazható.

1. ábra

Az objektum kimenetei (folyamatos) és a lineáris modell kimenetei (pontokkal)

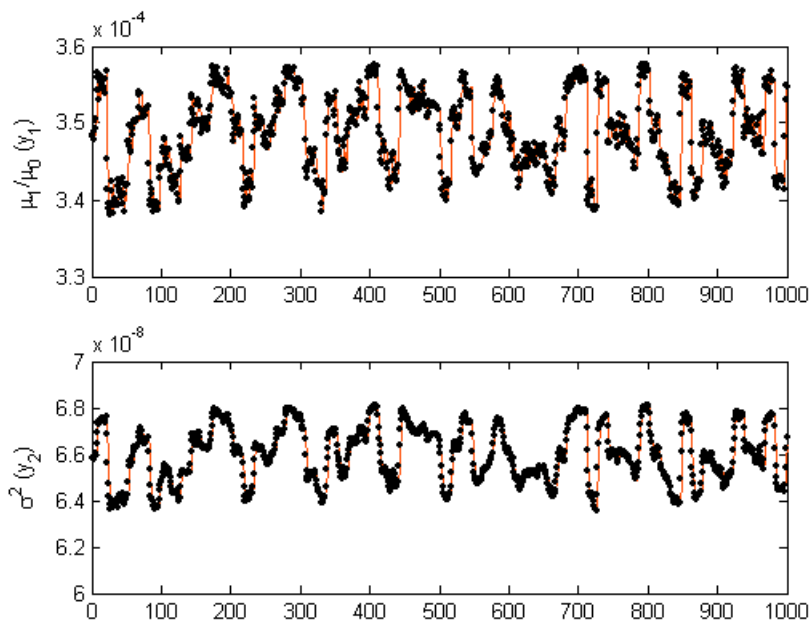


Figure 1: The outputs of the object (solid) and the linear model (dotted)

Modell Prediktív Szabályozásnál (MPC) minden egyes mintavételezési pontban on-line optimalizálási feladat megoldása után kerül sor a szabályozásra. Ez a mozgó horizont elv különbözteti meg az MPC-t a klasszikus szabályozóktól, és teszi alkalmassá bonyolultabb feladatok ellátására. Az MPC a predikciós horizonton belül jóslja a folyamatváltozókat és minimalizálja a predikciós hibát, az alapjel és a kimenet eltérését. A szabályozási horizonton belül változtathatjuk a beavatkozót. A vizsgált esetben hangolás után a predikciós horizont hossza 5, a szabályozási horizontté 3 időegység.

A kristályosítóra kapott szabályozási eredmények a 2. ábrán láthatóak, a felső két sor a kimenetek (átlagos kristálméret és a szórásnégyzet), az alapjel szaggatott vonallal; az alsó kettő pedig a beavatkozó változók (tartózkodási idő és a bemeneti oldott anyag koncentráció). Megállapítható, hogy a szabályozás megfelelő, az alapjel változásainak követése kitűnő a beavatkozók kivitelezhetetlenül hirtelen változása nélkül.

2. ábra

MPC-vel szabályozott CMSMPR kristályosító viselkedése

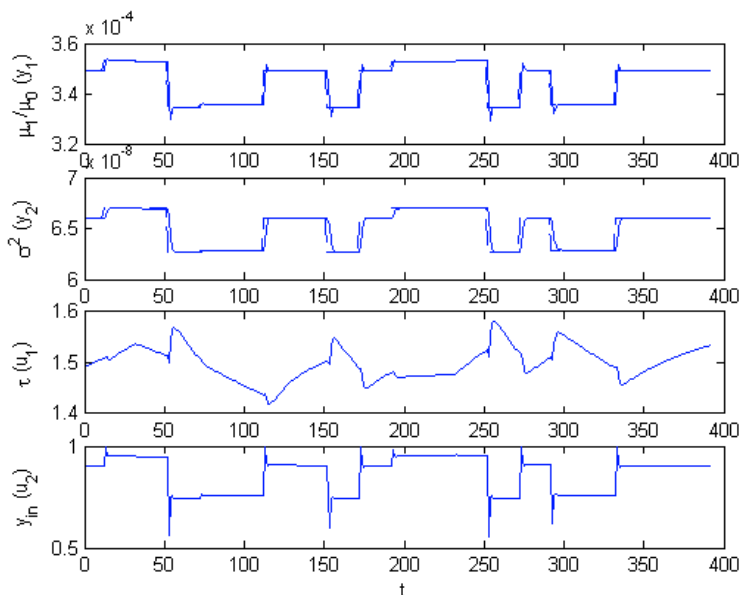


Figure 2: Performance of the MPC of the CMSMPR crystallizer

KÖVETKEZTETÉSEK

A fentiekben bemutatásra került egy izoterm MSMPR kristályosító momentum modellje. Megfigyelhetőségi és szabályozhatósági vizsgálatok után az utóbbiak eredményét mutattuk be. A kristályok átlagmérete és a méreteloszlás szórásnégyzete egymástól közel függetlenül szabályozható a tartózkodási idővel és a bemeneti oldatkoncentrációval külön-külön. Mivel a kristály-szuszpenzió térfogatát állandónak vettük, az átlagos tartózkodási időt a betáplálás sebességével változtattuk. A méreteloszlás szórásnégyzetének szabályozása oltókristályok beadagolásával vált megoldhatóvá. A szabályozási vizsgálatok azt mutatják, hogy a lineáris MPC jól alkalmazható, célszerű szabályozó.

IRODALOM

- Blickle, T., Lakatos, B.G., Mihálykó, Cs. (2001). Szemcsés rendszerek matematikai modelljei. A kémia újabb eredményei - 89., Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Chiu, T. and Christofides, P.D. (1999). Nonlinear Control of Particulate Processes, AIChE Journal, 6. 1279-1297.
- Hulburt, H.M. and Katz, S.L. (1964). Some problems in particle technology : A statistical mechanical formulation, Chem. Engng Sci., 8. 555-574.
- Jager, J., Kramer, H.J.M., de Jong, E.J., de Wolf, S., Bosgra, O.H. (1992). Control of industrial crystallizers Powder Technology. 1. 11-20.

- Lakatos, B.G., and Sapundzhiev, Ts.J. (1997). Populents-balance model of crystallizers. *Bulg. Chem. Commun.*, 29. 28-38.
- Lakatos, B.G., Mihálykó, Cs., Blickle, T. (2002). A momentum módszer alkalmazásáról: kvalitatív analízis, A MKN'2002 előadásai. KE MÜKKI, Veszprém, 204-209.
- Maciejowski, J.M., (1989). *Multivariable Feedback Design*. Addison-Wesley, Wokingham.
- Moldoványi, N., Abonyi, J., Lakatos, B.G. (2002). Folyamatos kristályosítók modell bázisú irányítása. A MKN'2002 előadásai. KE MÜKKI, Veszprém, 311-316.
- Myerson, A.S., Rush, S., Schork, F.J., Johnson, J.L. (1987). In: Nyvlt, J. and S. Zacek. (Eds): *Proc. 10th Symp. Ind. Cryst.* Academia, Praha, 407.
- Ramkrishna, D. (2000). *Population Balances. Theory and Applications to Particulate Systems in Engineering*. Academic Press, San Diego.
- Randolph, A.D. and Larson, M.A. (1988). *Theory of Particulate Processes*. Academic Press, New York.
- Rao, M. and Qui, H. (1993). *Process Control Engineering*. Gordon & Breach, Chemin de la Sallaz, Switzerland.
- Rohani, S., (1995). Control of crystallizers. in: *Crystallization Technology Handbook*. Marcel Dekker, New York, 327-357.
- Rohani, S., Haeri, M., Wood, H.C. (1999). Modeling and control of a continuous crystallization process Part 1. Linear and non-linear modeling, *Computers chem. Engng.*, 3. 263-277.
- Rohani, S., Haeri, M., Wood, H.C. (1999). Modeling and control of a continuous crystallization process Part 2. Model predictive control, *Computers chem. Engng.*, 3. 279-286.
- Tavare, N.S. (1995). *Industrial Crystallization. Process Simulation, Analysis and Design*. Plenum Press, New York.
- Temam, R. (1988). *Infinite-Dimensional Dynamical Systems in Mechanics and Physics*. Springer-Verlag, New York.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Moldoványi Nóra

Veszprémi Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék

8200 Veszprém, Egyetem utca 10.

University of Veszprém, Department of Process Engineering

H-8200 Veszprém, Egyetem Street 10.

Tel.: 36-88-422 022/4770, fax: 88-421 709

E-mail: mnora@fmt.vein.hu



Mobil @work eszközök és alkalmazások az EU-ban és Magyarországon

Herdon M., Szilágyi R.

Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar
Gazdasági- és Agrárinformatikai Tanszék, Debrecen, 4032 Böszörményi u. 138.

ÖSSZEFOGLALÁS

A mobil @work a világon egyre fontosabb szerepet játszik, egyre inkább meghatározza az élet számos területét. Az IT (Információs Technológia) és a mobil kommunikáció rendkívül gyors fejlődésének köszönhetően már megteremtődött a feltétele a hatékony @Munka-végzésnek. A mobil munka hazai helyzetének meghatározásához célszerű áttekinteni annak nemzetközi elterjedését. A mobil munka hazai és nemzetközi helyzetének rövid áttekintése után a mobil eszközöket vizsgáljuk meg. Az @munkához szükséges eszközök már rendelkezésre állnak. A meglévő eszközök technikai lehetőségeit össze kell vetni a mobil munkavégzés igényeivel. Meg kell vizsgálni mire kell odafigyelni az eszközök kiválasztása során. A mobil munka alkalmazhatósága miatt figyelembe kell venni, hogy ma Magyarországon a munkaképes lakosság csak nagyon elenyésző hányada rendelkezik informatikai alapismeretekkel. A mobil munka alkalmazások fejlesztőinek így figyelembe kell venni az eszközök technikai korlátait, illetve olyan alkalmazást kell készíteni, amely könnyen kezelhető. A mobil munkában használatos eszközöket nem csupán azok technikai képességei alapján kell megítélni, hanem figyelembe kell venni beszerzésének és alkalmazásának költségeit, mivel e tényezők döntően befolyásolják az eszközök és szolgáltatások elterjedését.
(Kulcsszavak: távmunka, mobilkommunikáció, mobil eszközök)

ABSTRACT

Mobil @work devices and applications in EU and Hungary

M. Herdon, R. Szilágyi

University of Debrecen, Centre of Agriculture, Faculty of Agricultural Economics and Rural Development
Business- and Agricultural Informatics, Debrecen, H-4032 Böszörményi str. 138. Hungary

Mobil@work plays an increasingly important role in the world and defines many aspects of life. Rapid development of IT (Information Technology) and mobile communication has already formed the basis of efficient @work. To determine the Hungarian situation of mobile work it is advisable to look over its international range first. After examining the domestic and international situation we will inspect mobile tools. Accessories needed for teleworking are already available. We have to compare the technical possibilities of available tools and the demands of mobile work, and investigate the factors we should keep in mind when choosing from these tools. Today only an insignificant proportion of the able-bodied population has basic computer skills in Hungary - this should also be taken into consideration when thinking about the applicability of mobile work. So developers of mobile work applications should pay attention to the technical limits of

tools and create applications that are easy to use. One should not judge tools of mobile work on the basis of their capabilities but also on the costs of acquisition and use, because these crucial factors influence the speed at which these tools and services are spreading.

(Keywords: teleworking, mobile communication, mobile devices)

BEVEZETÉS

A távmunka fogalma az elmúlt néhány évben megváltozott. Távmunkásnak nevezhette magát régebben az a bedolgozó, aki megadott időszakonként találkozott a munkáltatójával, s otthonában végezte el a kiadott feladatot. Az információs társadalomban használatos távmunka fogalomban fontos eltérés az, hogy a munkavégzés során számítástechnikai és telekommunikációs eszközöket alkalmaznak a munkavállalók.

A távmunka meghatározására számtalan és rendkívül különböző megközelítésű definíció született már. A legtágabb megközelítés szerint minden olyan munka távmunka, amikor a munkavégzés során a munkáltató és a munkavállaló térben távol van egymástól. Szűkebb értelemben távmunka az a munkaszervezeten belül végzett munka, mely a hagyományos szervezeti karakterektől független térben és időben, valamint számítástechnikai és telekommunikációs eszközökkel támogatott *Bankó* (2003).

Távmunkának tekintjük a munkavégzésnek azt a formáját, amikor a munkavállaló nem a hagyományos munkahelyen, hanem attól távol végzi el rendszeresen napi munkáját, melynek eredményét a kommunikációs és információs technológiák alkalmazásával juttatja el munkaadójához. Érdekes módon, ha távmunkával kapcsolatos információt keresünk a weben, azt tapasztaljuk, hogy a témával foglalkozó angol nyelvű oldalakat nyitó kulcsszó nem a tükörfordításból adódó "telework", ami ugyan szintén létező és használt szó a távmunkára, sokkal gyakrabban botlunk a "telecommuting" kifejezésbe, melyet ugyancsak a távmunka szóval fordíthatunk magyarra.

Jack Nilles 1973-ban a következőképpen értelmezte a két fogalmat.

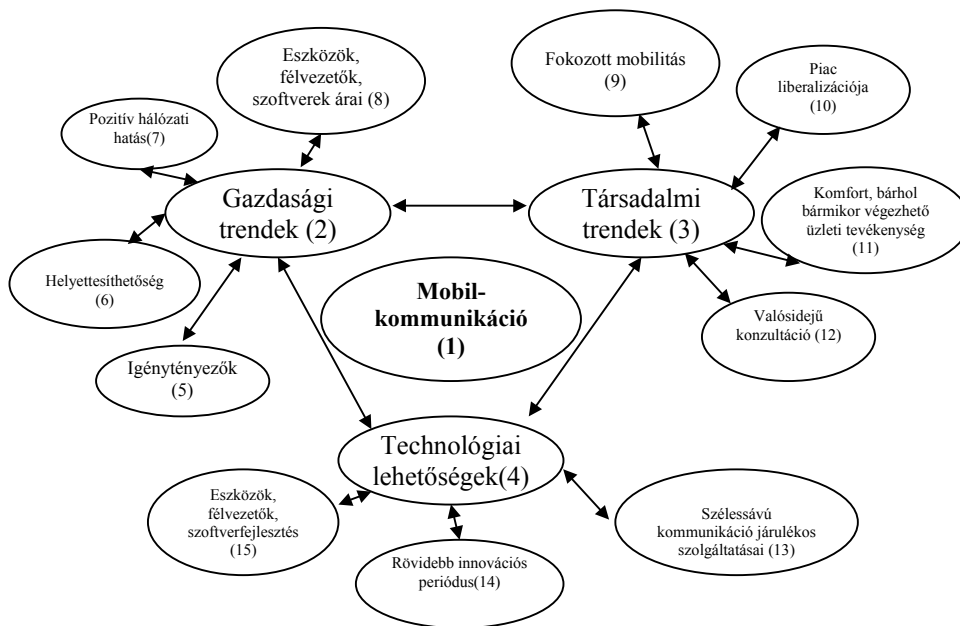
- "Telework"-ről beszélünk akkor, ha a munkával kapcsolatos utazásokat az információ-technológia valamely formája (pl. távközlés vagy számítógép) helyettesíti.
- "Telecommuting"-et értünk az alatt, amikor nem a dolgozó utazgat a munkahely és otthona között, hanem a munkája. A munkavállaló a hét egy vagy több napján munkáját nem a cég székhelyén, hanem saját otthonában, vagy a helyi teleházban végzi. A lényeg, hogy a távmunkás kevesebbet, vagy egyáltalán nem jár be (to commute=ingázik) a munkahelyére és vissza.

Az AT&T menedzsmentjének megfogalmazása szerint a távmunka: "...olyan üzleti stratégia, amely a kommunikáción alapuló irodatechnológia hatékony használatával a rugalmas munka környezetet támogatja, és ezáltal mérhető üzleti értéket teremt mind a vállalat, mind az egyén, mind ügyfelei számára." *Wesselényi* (2003).

A mobilkommunikáció hajtóerőinek kapcsolatát mutatja be az *1. ábra*. A három fő tényező és azok kapcsolatai jól megfigyelhetők az ábra alapján. Kiemelendő az, hogy meglehetősen komplex tényezőkről van szó. A technológiai lehetőségek növekedése miatt indokolt azok társadalomra, illetve gazdasági tényezőkre való hatásának tisztázása. A három fő tényező közül jelenleg a technológiai lehetőségeket korlátozza a másik két tényező, hiszen a társadalomnak és a gazdasági környezetnek fel kell készülnie a technológia kihasználására, felhasználására *Buellingen et Woerter* (2004).

1. ábra

Mobil kommunikáció hajtóerői



Forrás (source): (Buellingen és Woerter, 2004)

Figure 1: Drivers for mobile communication

Mobile Communication(1), Economic trends(2), Societal trends(3), Technological possibilities(4), Demand factors(5), Substitutes(6), Positive net effect(7), Prices for mobile devices, semiconductor and special software(8), Increased mobility(9), Market liberalization(10), Comfort business activities anywhere(11), Real time discussion(12), Additional services due to broadband communication(13), Shorter innovation cycles(14), Mobile devices, semiconductor and special software development(15)

KÖVETKEZTETÉSEK

Távmunka az EU-ban és Magyarországon számokban

Az EU által finanszírozott SIBIS (Statistical Indicators for Benchmarking Information Society) projekt keretében végzett felmérés alapján a következőket lehet megállapítani.

Az EU-ban az @munkások aránya kisebb mint az USA-ban. Míg az USA-ban minden negyedik munkás valamilyen e-munkakörben dolgozik addig az EU átlag 13%. Európában Hollandia (26,4%) vezet, náluk az e-munkások aránya nagyobb mint az USA-ban. Az EU átlag fölött helyezkedik el Finnország (21,8%), Dánia (21,5%), Svédország (18,7%) az Egyesült Királyság (17,3%) és Németország (16,6%). Olaszország (9,5%), Franciaország (6,3%), Spanyolország(4,9%) az EU átlag alatt

helyezkedik el. A közép és kelet-európai országok az EU átlag alatt helyezkednek el. Közülük kiemelkedik Észtország (12,2%), Szlovénia (8,6%), Lengyelország (8,4%). A felmérés adatai szerint Magyarországon 5% alatti az így foglalkoztatottak aránya. A különbségek okai főként az országok eltérő gazdasági lehetőségei, a technológiai infrastruktúra, és a kulturális tényezőkben keresendők. A felmérést 2002 tavaszán az összes EU tagra, Svájc és az USA részvételével 11.823 minta vételével – a tagjelölt országokból 2003 elején 10.379 mintából – végezték, a teljes populáció 15 évnél idősebb korosztályaira vonatkozóan *Collaboration @Work* (2003).

A távmunka helyzete hazánkban

A hazai foglalkoztatás lehetőségeit behatárolja a személyi számítógépek (PC-k) és az internet-hozzáférés elterjedtségének nemzetközi összehasonlításban rendkívül alacsony szintje. Az eEurope 2003 program végrehajtásának első évében készült jelentés szerint Magyarországon 100 lakos közül 10 rendelkezik PC-vel (ez az arány az EU-ban 34%). Az Internethasználat elterjedtsége – az otthoni és munkahelyi használatot egyaránt figyelembe véve – 14%-os (az EU-ban 47%).

Hazánkban jelenleg igen alacsony a szélessávú elérés aránya (ADSL, szélessávú mikrohullámú kapcsolat, kábelmodem, bérelt vonal) még a nagyvállalatok körében is. A lakossági és üzleti szélessávú hozzáférést összességében tekintve, az EU átlaga csaknem egy nagyságrenddel nagyobb, mint a hazai.

Az információ technológiai (IT) eszközök üzleti célú használatát is lehetne fokozni. Az alapvető infokommunikációs infrastruktúra és hardvereszközök már a vállalkozások többségének rendelkezésére áll, felhasználásuk színvonala még elmaradott, *Informatikai és Hírközlési Minisztérium* (2003).

A távmunka előnyei

Akármelyik oldalról is közelítjük meg a kérdést, a nemzetközi tapasztalatok alapján nyilvánvaló, hogy a távmunka bevezetése akkor jár előnyökkel a munkavállaló és a munkáltató oldalán egyaránt, ha a dolgozó nem kényszerből, hanem saját elhatározása alapján lesz távmunkás.

Nemzetgazdasági szinten a távmunka előnyei főként a közutak zsúfoltságának csökkenésében és az ebből adódó környezeti tényezők javulásában nyilvánul meg. A távmunka szocializációs szerepe is fontos, hiszen ez a munkaforma nagymértékben elősegítheti a megváltozott munkaképességű emberek, valamint a gyermeküket otthon nevelő nők társadalmi beilleszkedését *www.konfederaciok.hu* (2001).

A mobil hozzáférés előnyei többek között a következők.

- Költségek csökkentése várható. A kábelezési költségek és a dolgozók hálózathoz kapcsolódási költsége csökkenthető. A távmunka esetleges adókedvezménye is ugyancsak költségsökkentő.
- Az állásidőt munkaidővé alakíthatják át. Az elektronikus levelezés és az egyéb üzenetek mobileszközökről való elérhetővé tétele révén az alkalmazottak olyan időszakokat is kihasználhatnak, amelyeket máskülönben csak kevésbé hatékonyan tudtak volna eltölteni.
- A terepen dolgozó értékesítési és szervizszemélyzet hatékonyságának és eredményességének a fokozása. Az üzleti ciklusok rövidülése miatt ugyanannyi emberrel több munka végezhető el.
- Az ügyfelek lojalitása növelhető a jobb ügyfél szolgáltatások és a magasabb színvonalú kapcsolattartás miatt.

- A megfelelő adatok a megfelelő időpontban. A gyorsabban és pontosabban elérhető adatok lehetővé teszik a kellő alapossággal történő döntéshozást.
- A dolgozónál tartandó munkaeszközök méretének és súlyának csökkentése. A Pocket PC és a Smartphone készülékek integrált vezeték nélküli és adatszolgáltatásai több célberendezést is felválthatnak (mobiltelefon, határidőnapló, személyhívó, diktafon) (<http://www.microsoft.com/exchange/>), Ezekiel, (2002).

Táv munkában használható mobil eszközök

Mobiltelefon (szolgáltatások: SMS, WAP, GPRS, e-mail)

GPRS (General Packet Radio Service) egy csomag kapcsolt vezeték nélküli protokoll, amely azonnali adathozzáférést kínál. SMS (Short Message Service) lehetővé teszi 160 karakterből álló szöveges üzenet küldését és fogadását. WAP (Wireless Application Protocol) egy nyílt, nemzetközi szabvány ami magában foglalja a mobil eszközök Internet csatlakozását. A WAP legnagyobb előnye, hogy megkönnyíti a felhasználónak mobil eszközön az információ fogadását és az arra történő reagálást. Ráadásul a WAP GPRS-en keresztül folyamatosan *elérhető*.

Digitális Személyi Asszisztens (PDA) (szolgáltatások WWW, WAP, ActiveSync, e-mail)

A PDA (Personal Digital Assistant, digitális személyi asszisztens) egy tenyérben elférő, kis méretű számítógép, amely alapvetően személyes információk rögzítésére, tárolására, kezelésére és gyors visszakeresésére alkalmas. A PDA egy infravörös port vagy egy USB kábel segítségével az asztali géphez könnyen csatlakoztatható, így az adatok szinkronizálása gördülékenyen valósul meg. Külvilág felé való kapcsolatok miatt egyes gépekben Wi-Fi (nagy sebességű, rádiós hálózati csatlakozás) és Bluetooth rádió (univerzális, gépek közötti kommunikációra való, kis hatótávolságú csatlakozási lehetőség) is van <http://www.pdamania.hu>, (2004).

Okostelefon–Smartphone

A PDA-mobiltelefon készülékek telefonként, digitális fényképezőgépként, MP3 lejátszóként, e-book olvasóként, Internet-eszközként is használhatók. Bár telefonálhatunk velük, azért sokkal közelebbi rokonaik a számítógépek. A PDA-mobiltelefonok magukban foglalják mindkét készülék előnyeit a nagyobb, olvashatóbb LCD kijelzőt, ami akár érintőképernyő is lehet, valamint a GSM kapcsolatot. Természetesen számolnunk kell azzal, hogy az ilyen készülékek nagyobbak a hagyományos mobil telefonoknál <http://www.pdamania.hu> (2004).

Laptop–e-mail, www, minden olyan alkalmazás ami az asztali PC-n fut

A BellResearch által készített magyar infokommunikációs jelentés 2004 elején végzett felmérése szerint mintegy 95 ezer hordozható PC működött hazai nagyvállalatoknál. Mintegy 90%-a rendelkezik noteszgéppel. Az ágazati megoszlást vizsgálva, a kereskedelmi, szolgáltatóipari cégeknél több, míg a mezőgazdasági, építőipari cégeknél kevesebb laptop található, Kelenhegyi (2004).

Tablet PC (szolgáltatások: e-mail, www, minden olyan alkalmazás ami az asztali PC-n fut)

A Microsoft vezetésével kifejlesztett Tablet PC kialakítását tekintve nagyon hasonlít egy laphoz, fő előnye abban rejlik, hogy a teljes készülék intelligens jegyzetfüzetként használható a teljes számítógép-funkció megtartása mellett.

Számos távmunkával kapcsolatos tanácsot találunk mind külföldi (<http://www.ework.com/>, <http://www.YouCanWorkFromAnywhere.com>), mind magyar (<http://www.jobpilot.hu/>, <http://www.tavmunkas.hu>) Internetes oldalakon.

A távmunka lehetséges területei

Az új munkaforma keretén belül végezhető tevékenységek egy lehetséges csoportosítása az alábbi.

- Grafikus alkalmazások: látványtervezés, képfeldolgozás, kiadványszerkesztés.
- Szövegszerkesztéssel kapcsolatos tevékenységek: lektorálás, fordítás, sajtófigyelés, újságírás.
- Különböző szakterületek: pénzügyi elemzések és számviteli munkák; szoftverfejlesztés és számítástechnikai programkészítés; piackutatás, reklámszolgáltatói és PR, illetve ügynöki tevékenységek.
- Tanítói tevékenységek: oktatás, illetve korrepetálás.
- Irodai munkák: adatrögzítés, adatbázis-kezelés, adatelemzés, leltár karbantartása, ügyviteli feladatok és hivatali levelezés, www.konfederaciok.hu (2001), <http://www.celodin.org>, <http://www.emenedzser.hu> (2003).

A távmunkavégzéshez nem minden esetben szükséges Internet elérés. A munka jellegétől függően történhet on-line és off-line módon, illetve vegyesen. On-line módon történő munkavégzésnek elsősorban Internetes programozásnál, illetve Internetes újságírásnál és team munkánál van szerepe. Ezeknél a tevékenységeknél is lehet alkalmazni a vegyes módszert. Ennek a lényege az, hogy az előkészítés off-line módon, míg a tényleges munkavégzés történik csak on-line módon távszerkesztéssel. Off-line módon lehet végezni többek között fordítást, tanácsadást, marketing stb. munkát. Az off-line módon elvégzett munka eredménye akár e-mailen keresztül is eljuttatható a munkáltatóhoz, <http://www.emenedzser.hu> (2003).

A mobil elérés biztonsága

A jelenlegi mobil munkavégzést egyrészt a hagyományos papírra alapozott tevékenység jellemzi, másrészt a munkavégzés során PC-n keresztül kapcsolódnak a vállalati hálózatra. Ma még a PDA és a hordozható számítógépek hálózati menedzsmentje nem megfelelően támogatott, pedig a hatékony mobil munkavégzéshez olyan integrált hálózat szükséges, amely lehetővé teszi a tudásmenedzsmentet *Scherer et al.* (2002).

Jelenleg többféle megoldás is kínálkozik a cég és a távol lévő felhasználó közötti biztonságos kapcsolat kialakítására. Az IPsec illetve SSL alapú hálózatok eltérő szolgáltatásokat nyújtanak. A két hálózat közül az SSL lehet a mobil eszközöket használó felhasználók számára ideális *Schopp* (2004). *Mallász* (2004) az előbb említett két protokoll mellett a mobilelérés lehetőséget is taglalja. Az üzleti alkalmazók által fontosnak tartott e-mail elérésnél figyelembe kell venni a mobil eszközök korlátozott memória kapacitását. Lényeges annak a lehetősége, hogy a csatolt állományokat nem szükséges a mobil eszközön tárolni.

Mobil munkavégzést támogató alkalmazások

A mobil munkavégzéshez nagy segítséget nyújthat a Microsoft által kifejlesztett Exchange 2003. A vállalati hálózat teljes elérését biztosítja akár vezeték nélkül is. (<http://www.microsoft.com/exchange/>). A Nextra Hungary által kifejlesztett rendszerben a bérelt vonalhoz sávzélességtől függően, akár 16 üzleti kapcsolt vonali (Nextra Corporate) hozzáférés csatlakozik. A vállalati hálózatra történő egyszerű, telefonos csatlakozás után lehetővé válik az irodától távoli munkavégzés és a felhasználók közötti folyamatos kommunikáció. A szolgáltatás biztonságát a Nextra tűzfal-megoldásai garantálják, *Nextra* (2001).

A mobil adatrögzítést és ügyfél-kapcsolat kezelést támogató megoldások között meg lehet említeni, hogy szinte minden nagyobb szoftverfejlesztő rendelkezik saját alkalmazással.

A távmunka fontosságát jelzi, hogy a Cordis adatbázisban keresve több mint 30 projektet találhatunk, amely távmunkával kapcsolatos. A projektek közül már számos megvalósult. A folyamatban lévő projektek közül az alkalmazó kör felöleli a fogyasztékkal élőket, a kis- és középvállalkozásokat, továbbá a mezőgazdasági területen dolgozókat is. Látható az is, hogy a technológiai megoldások mellett számos projekt foglalkozik a szociológiai aspektussal is, *Cordis* (2004).

IRODALOM

- Bankó Z. (2003). Távmunka az Európai Unióban és Magyarországon – helyzetkép, támogatás, jogalkotás Pécsi Tudományegyetem Állam- és Jogtudományi Kar.
- Buellingen F., Woerter M. (2004). Development perspectives, firm strategies and applications in mobile commerce, *Journal of Business Research*, 57. 1402– 1408.
- Collaboration @Work - The 2003 report on new working environments and practices (2003). European Communities, 258.
- Cordis (2004). Community Research and Development Information Service.
<http://www.emenedzser.hu/tavmunka.htm>, (2003)
- Ezekiel S. (2002). Mobility as the Catalyst for the Networked Virtual Organization, Cisco Systems, <http://www.cisco.com>
- Informatikai és Hírközlési Minisztérium, eMunka, Az elektronikus munkavégzés kultúrájának elterjesztése (2003). Magyar Információs Társadalom Stratégia programfüzet-sorozat, Budapest.
- Kelenhegyi P. (2004). Hordozható számítógépek, *IT-Business*, 18. 10.
<http://www.konfoderaciok.hu/mszeib/integracio/2001-4/integ200104.html>, (2001).
- Mallász J. (2004). Biztonság útközben, *IT-Business*, 18. 26-27.
<http://www.microsoft.com/exchange/>
[http://www.nextra.hu\(2001\)](http://www.nextra.hu(2001)).
http://www.nextra.hu/press_center/press_releases/autolinkfolder/flexi_network.html
- <http://www.pdmania.hu> (2004). Mi is az a PDA? <http://www.pdmania.hu>
- <http://www.pdmania.hu> (2004). PDA- telefonok: egyre népszerűbbek.
- Scherer, R.J., Katranuschkov, P., Gehre, A. (2002). Towards an Agent Enabled Environment for Mobile e-Work on the Construction Site, eSMART, Salford.
- Rezgui Y., Ingirige B., Aouad G. (ed.), 18-21 November, Part B, 1-10.
- Schopp A. (2004). Távolról, ugyanúgy, biztonságosan, *IT-Business*, 13. 28-29.
- Wesselényi A. (2003). Cikksorozat, <http://www.tavmunkainfo.hu/miatavmunka.htm>

Levelezési cím (*corresponding author*):

Herdon Miklós

Debreceni Egyetem, Agrártudományi Centrum

Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar, Gazdasági- és Agrárinformatikai

Tanszék

4032 Debrecen, Böszörményi u. 138.

University of Debrecen, Centre of Agriculture

Faculty of Economics and Rural Development

Department of Business- and Agricultural Informatics,

H-4032 Debrecen, Böszörményi str. 138.

Tel.: +36-52-508 360, fax: +36-52-486 255

E-mail: herdon@agr.unideb.hu



Döntéstámogató talajvédelmi információs rendszer kialakítása statisztikai elemzéssel

¹Várallyai L., ²Kovács B., ²Prokisch J.

¹DEATC AVK Gazdasági- és Agrárinformatikai Tanszék, Debrecen, 4032 Böszörményi út 138.

²DEATC Élelmiszertudományi és Minőségbiztosítási Tanszék, Debrecen, 4032 Böszörményi út 138.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az EU csatlakozás idején különösen fontos kérdés a talaj jelenlegi állapotának részletes és objektív felmérése, amely a korszerű agrár-környezetgazdálkodási program végrehajtásának a kiindulópontja is egyben. Tisztában kell lennünk azzal is, hogy ez a felmérés akkor ér valamit, ha az állapotváltozásokat folyamatosan, rendszeres időközönként nyomon tudjuk követni. A fenti szempontok alapján született döntés arról, hogy a tervezett országos Környezetvédelmi Információs és Monitoring Rendszer első működő alrendszereként a Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer (TIM) modulja valósuljon meg. A TIM az ország egész területére kiterjed és lehetőséget nyújt a természeti erőforrásokra vonatkozóan meglévő, vagy a közeljövőben kidolgozásra kerülő információs és monitoring rendszerekkel történő összehangolt interaktív kapcsolat megteremtésére. A kísérleteinkhez rendelkezésre bocsátott mintákat statisztikai elemzésnek vetjük alá, amely azt a célt szolgálja, hogy a munka befejeztével egy információs rendszert alakítsunk ki. Az adatokhoz való hozzáférhetőséget az Internet/Intranet technológia segítségével kívánjuk megvalósítani, ami azt jelenti, hogy az egyes felhasználóknak mindössze egy böngésző programra van szükségük az adatok megtekintéséhez, illetve a szükséges lekérdezések elkészítéséhez, amelyhez az Internetes adatbázisoknál megszokott jogosultsági rendszer tartozik. Amennyiben az egész ország területére elkészült mérési eredmények statisztikai feldolgozása megtörténik, valamint a feldolgozott adatok az adatbázisba bekerülnek, onnantól kezdve a felhasználók az információkat stratégiai döntéseikhez is felhasználhatják.

(Kulcsszavak: EU csatlakozás, Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer (TIM), Internetes adatbázis, statisztikai feldolgozás, döntéstámogatás)

ABSTRACT

Developing of Decision Support Soil Information Monitoring System by Statistical Analysis

L. ¹Várallyai, B. ²Kovács, J. ²Prokisch

¹University of Debrecen, Centre of Agricultural Sciences, Faculty of Agricultural Economics and Rural Development
Business and Agrarinformatics Department, Debrecen, H-4032 Böszörményi út 138.

²University of Debrecen, Centre of Agricultural Sciences, Faculty of Agriculture
Department of Food Processing and Quality Testing, Debrecen, H-4032 Böszörményi út 138.

The Soil Information Monitoring System (SIM) covers the whole country, and provides the opportunity to create similar information systems for natural resources (atmosphere, supply of water, flora and biological resources etc.). The aim is to relate these databases. The SIM territorial measuring grid consists of 1236 measuring points. These points are representatives. Distribution of the points by soil types represents the variety of soil types in the country. In

consequence of accession to the EU, the particular and objective survey of current soil conditions is a very important question, which could be the beginning of the implementation of the modern agrarian environmental management programme. This survey is not much use if the change in condition cannot be investigated continuously at systematic intervals. On the basis of the above mentioned point of view a decision was made to create the planned National Environmental Protection Information and Monitoring System. The first working subsystem was realized as the Soil Information Monitoring System (SIM) module. On a statistically based developed system can be a suitable information system for the management determining the element concentrations precisely. To determine the concentration of the elements, we need only the GPS co-ordinates of the place. The aim is to create an information system of the above-mentioned statistical analyses of the submitted samples. The data can be access by a suitable authority system. The supervisor can insert, delete and modify data, the individual user can make queries from the database by SQL technology. The individual users will only need an Internet Browser programme to see the data and create queries.

(Keywords: EU accession, Soil Information Monitoring System (SIM), Database on the Internet, Statistical analyse, Decision support)

BEVEZETÉS

A mezőgazdaság privatizációja a korábbi talajminőség vizsgálati rendszert megszüntette. A talajminőségi vizsgálatok mindig is fontos szerepet játszottak a talajkészleteink állag megóvásában, ezért várható volt, hogy ez az állapot nem maradhat fenn sokáig.

A másik kiemelt indok az EU csatlakozás, amely szintén nagyon fontos kérdéssé tette a talaj jelenlegi állapotának részletes és objektív felmérését. Ez azért is indokolt, mert a korszerű agrár-környezetgazdálkodási program végrehajtásának a kiindulópontja is. Természetesen minden ilyen jellegű felmérés csak akkor ér valamit, ha az állapotváltozásokat folyamatosan, rendszeres időközönként nyomon tudjuk követni.

A fenti szempontok indukálták, hogy a tervezett országos Környezetvédelmi Információs és Monitoring Rendszer első működő alrendszeréként a Talajvédelmi Információs és Monitoring Rendszer (TIM) modulja valósuljon meg. A TIM koncepcióját és rendszertervét az MTA TAKI irányításával szakértői bizottság dolgozta ki 1991-ben, de a tényleges észlelés csak 1992-ben kezdődött el *TIM szakértői bizottság* (1995).

A TIM az ország egész területére kiterjed és lehetőséget nyújt a természeti erőforrások többi elemére (léggör, vízkészletek, növényzet, biológiai erőforrások stb.) vonatkozóan meglévő, vagy a közeljövőben kidolgozásra kerülő információs és monitoring rendszerekkel történő összehangolt interaktív kapcsolat megteremtésére.

A TIM 1236 ponton rendszeresen vizsgálja a mezőgazdasági hasznosítású területek minőségét, amelyekről folyamatosan összefoglaló értékelést ad ki, elsősorban a talaj fizikai és kémiai vizsgálatának eredményei alapján *Lichte et al.* (1987). A kémiai vizsgálatok a tápanyag tartalom mellett elsősorban a fémtartalom meghatározására irányultak *Kádár* (1995).

Az országos mérőhálózat pontjait természetföldrajzi egységeként jelölték ki helyismerettel rendelkező talajtani szakemberek. A pontok kijelölésének alapvető követelménye a reprezentativitás volt. A pontok talajtípus szerinti megoszlása jól követi az ország talajtípusainak változatosságát és azok eloszlását.

A speciális, problematikus területek talajának jellemzésére és talajállapotának nyomon követésére 189 pontot választottak ki a Környezetvédelmi és Területfejlesztési Minisztérium munkatársainak közreműködésével.

Természetesen ennyi mérési ponttal nem lehet az ország egész területére vonatkozóan felsorolt szennyeződés vagy használat szempontjából kritikus területeken

végbemenő talajállapot változásokat kellő megbízhatósággal regisztrálni. Erre csak az adott hely jellemző problémáira létrehozott lokális vagy regionális információs és monitoring részrendszerek nyújthatnak megfelelő információt, amelyek alapján intézkedések dolgozhatók ki. A TIM hálózatába tartozó megfigyelési pontok csak arra szolgálhatnak, hogy jelezzék a kritikus területeket és a főbb problémákat. Alapot szolgáltatnak ezzel a speciális és regionális alrendszerek, adatbázisok létesítéséhez és üzemeltetésének fő irányelveihez. Ennek alapján a konkrét területre megfelelő megelőzési és kezelési intézkedések alkalmazhatók. Az adatok közvetlen formában nem használhatók szaktanácsadásra.

ANYAG ÉS MÓDSZER

Az Internetes alkalmazásfejlesztéseknél kulcsfontosságú, a megfelelő fejlesztői környezet kiválasztása és kialakítása. Különösen összetett a feladat és ezért nagy figyelmet kell fordítani erre, ha a háttérben relációs adatbázist is kívánunk használni. Lehetőleg olyan rendszert érdemes választani, amely gazdaságos, de ugyanakkor hatékony is. Bármennyire meglepő a mai világunkban, de léteznek olyan szoftverek, amelyekhez ingyen lehet hozzáférni. A következő szoftverek ilyenek és ezeket használtuk a fejlesztés során.

Szerver oldali kiszolgálóként az Apache webszervert választottuk, amely jól konfigurálható moduláris szerkezetű és megbízható. Az Apache gyakorlatilag minden szerveren és platformon (UNIX, Windows NT and Windows 9x, Windows 2000 and XP) fut.

Adatbázis kiszolgálóként a MySQL nyíltforráskódú adatbázisszervert választottuk, amely az ingyenes hozzáférés, gyorsaság és megbízhatóság miatt a legnépszerűbb adatbázis-kiszolgáló a kis és közepes méretű webes alkalmazások területén. A MySQL Reese *et al.* (2003) a szabványosnak tekinthető SQL (Strukturált Lekérdező Nyelv) nyelvet használja. A MySQL képes többszörös alkalmazások futtatására, amely azt jelenti, hogy egy időben hajt végre több feladatot, mintha az alkalmazásnak több példánya is futna.

A szerveroldalon szükségünk van egy olyan nyelvre, amely dinamikus, támogatja az interaktív weboldalak létrehozását és nem utolsósorban széles körű adatbázis támogatással rendelkezik. Erre a legalkalmasabb nyelv a PHP *Moulding* (2002), amelyet széles körben alkalmaznak ilyen jellegű feladatokhoz. Külön előnye, hogy a hagyományosnak mondható HTML-nyelvbe is beágyazható. A PHP Használatával kis mennyiségű kódolással is egyszerű és hatékony kódokat írhatunk, illetve illeszthetünk weboldalainkba. A PHP gyors nyelv, amely abból adódik, hogy modulként illeszthetjük a webszerverbe és használatakor a beállítások betöltése csak egyszer történik meg. A korábbi szerveroldali nyelveknél minden egyes használatnál betöltődtek a beállítások, amely a webszerver lassulásához vezetett.

A fent felvázolt rendszer használatakor a felhasználó gépére semmilyen külön szoftvert nem kell telepíteni ahhoz, hogy a szerveren lévő adatbázishoz hozzáférjen, mindössze egy böngésző program (pl. Internet Explorer) szükséges hozzá, amely ma már az operációs rendszer szerves része. Természetesen arról a fejlesztőnek kell gondoskodnia, hogy a szerveren lévő adatbázisát a közvetlen hozzáféréstől megóvja, illetve olyan jogosultsági rendszert vezessen be, amely csak az arra jogosultak számára teszi lehetővé a rendszerbe való belépést és munkát.

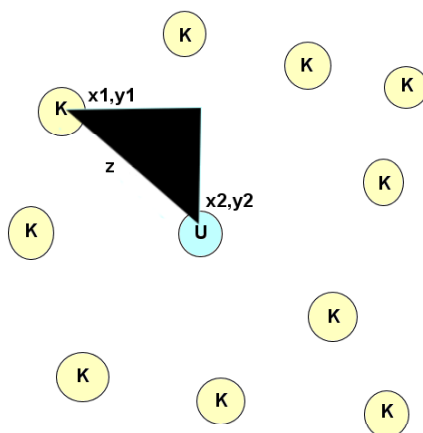
A Növény- és Talajvédelmi Szolgálat által rendelkezésre bocsátott mintákat a Debreceni Egyetem ATC Élelmiszertudományi és Minőségbiztosítási Tanszékén mérték ICP-OE Spektrométer készüléken *Bartha és Bertalan* (1997). Az elvégzett mérések után

minden TIM pontra (1236) meghatároztuk a mintában mérhető (kimutatási határ feletti) elemek koncentrációit. A következőkben ismertetjük azt az eljárást, amelynek segítségével egy becslést lehet adni a környező TIM pontok alapján egy kiválasztott (ismeretlen) helyen.

Az eljárást az 1. ábra segítségével szemléltetjük.

1. ábra

Az ismert (K) és ismeretlennek tekintett pontok (U) eloszlási sémája a pontok távolságának meghatározásához



K=Ismert mérési pontok (x_1, y_1 : az adott hely koordinátája) (*Known measuring points (x_1, y_1 : coordinates of the given points)*) U=Meghatározni kívánt (ismeretlen) mérési pont (x_2, y_2 : az "ismeretlen" hely koordinátája) (*Determining (Unknown points) measuring points (x_2, y_2 : coordinates of the unknown place)*)

Figure 1: Distribution schema of the Known (K) and regard Unknown(U) as points to distance determining

Első lépésként meg kell határozni az ismert pont (K) és az "ismeretlen" pont (U) távolságát, amely a Pitagorasz-tétel alapján számolható:

$$Z = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (1)$$

Ha mind a 10 ismert és "ismeretlen" pont távolságát meghatároztuk, akkor rendelkezésünkre áll 10 távolság adat ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_{10}$), amelyekből a keverési egyenlethez hasonló összefüggés alapján kiszámítható az ismeretlen pontra az adott elem koncentrációja (c_x).

$$c_x = \frac{z_1 c_1 + z_2 c_2 + \dots + z_{10} c_{10}}{z_1 + z_2 + \dots + z_{10}} \quad (2)$$

Ha a 2. egyenletben megadott módon kiszámítottuk az ismeretlen pontra az adott elem koncentrációját (c_x), akkor azt összehasonlíthatjuk az ICP OE Spektrométerrel az adott elemre mért adattal és meghatározzuk a különbséget. Az adott pontot a számolás alatt

úgy tekintettük mintha ismeretlen lett volna. Ezeket a lépéseket el kell végeznünk először ugyanezen pont esetében a többi mérhető elemre is, majd pedig "végigjárjuk" valamennyi pontot, mintha az lenne adott kísérletben az ismeretlen. Így rendelkezésünkre fog állni valamennyi pontra és mérhető elemre vonatkozóan a koncentráció érték, valamint annak relatív szórása.

EREDMÉNY ÉS ÉRTÉKELÉS

Az előző fejezetben bemutatott koncentráció meghatározási módszerrel nyert ún. szekunder adatokat egy MYSQL adatbázisba szervezzük. Ezután ha valaki információt szeretne kapni az ország egy adott pontjáról, hogy ott valamely elem, esetleg elemek koncentrációja mekkora és ez milyen megbízhatósággal teljesül, akkor ehhez mindössze az adott hely GPS koordinátáit kell ismernie. Ezeket egy egyszerű PHP-program segítségével bekérjük a felhasználótól és végeredményként visszakapja a kért elemekre a koncentrációkat, illetve a megbízhatóságot.

A 2. ábrán látható az a leegyszerűsített PHP-űrlap, amelyen keresztül egy Internet böngésző program segítségével a felhasználó kommunikálhat az adatbázissal az Interneten keresztül.

2. ábra

Az elemek koncentrációinak becslése GPS koordináták alapján

The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying "C:\Documents and Settings\varal\Documents\phd\terv.html - Microsoft Internet Explorer". The page title is "terv.html". The main content area has a yellow background and contains the following elements:

- A link: [Részletes leírás a program használatáról](#)
- Input fields for "GPS-x-koordináta:" and "GPS-y-koordináta:".
- A label: "Válasszon, melyik elem/ek/re kíváncsi!"
- A list of chemical elements with checkboxes:
 - ☐ Al
 - ☐ As
 - ☐ B
 - ☐ Ca
 - ☐ Cd
 - ☐ Co
 - ☐ Cr
 - ☐ Cu
 - ☐ Fe
 - ☐ Hg
 - ☐ Ca
 - ☐ Mg
 - ☐ Mo
 - ☐ Mn
 - ☐ Na
 - ☐ Ni
 - ☐ P
 - ☐ Pb
 - ☐ Ca
 - ☐ Se
 - ☐ Sn
 - ☐ Sr
 - ☐ Zn
- A map of Hungary with various locations marked by red triangles and yellow dots. The locations include: Sopron, Győr, Tatabánya, Solgottarján, Miskolc, Eger, Nyíregyháza, Debrecen, Szabolcs, Kecskemét, Szeged, Pécs, Békéscsaba, Szekesfehervar, Veszprém, Zalaegerszeg, Nagykanizsa, Kaposvár, Szekesard, Buda, and Budapest. Surrounding countries are labeled: SK, UA, RO, HR, SLO, and YU.

The browser window also shows a status bar at the bottom with "Kész" and "Saját gép" buttons.

Figure 2: Evaluation concentrations of the elements based on the GPS co-ordinates

A program továbbfejlesztése során célul tűztük ki Magyarországra vonatkozóan, hogy a GPS koordináták alapján elkészítünk egy térképet, ahol a felhasználó már egyszerű kattintással választhat a térképről helyet anélkül, hogy ismerné az adott hely GPS koordinátáit. Ezt a program adatbázisból kiírja majd a felhasználó számára, mint információt.

Itt kell megjegyeznünk, hogy terveink között szerepel más típusú statisztikai vizsgálatok elvégzése is, de a kísérletek jelenlegi fázisában még csak ezzel a módszerrel kapott eredmények állnak rendelkezésre. Ezek értékelése után tudunk dönteni arról, hogy milyen elemek esetén van szükség más módszerek alkalmazására (pl. a kis megbízhatósági adatok miatt).

Szólnunk kell arról, hogy minden egyes adatbázis esetén kulcskérdés a jogosultsági rendszer kialakítása, azaz minden egyes felhasználó csak azokhoz az információkhoz jusson hozzá, amikkel az adatbázis-adminisztrátor felhatalmazza. Az Interneten elhelyezkedő adatbázisok esetén még fokozottabban jelentkezik ez a kérdés.

A jelenlegi kísérleti fázisban mindössze kéttípusú felhasználót definiáltunk, az egyik az adatbázis-adminisztrátor, akinek mindenhez joga van az adatbázissal kapcsolatban. A másik, az egyszerű felhasználó, akinek csak lekérdezési joga van az elemek koncentrációjára vonatkozóan a GPS koordináták alapján. Természetesen mindkét felhasználóhoz jelszó is tartozik, amely azonosítja őt az adatbázisban.

KÖVETKEZTETÉSEK

Az általunk fejlesztett statisztikai alapú információs rendszer alkalmas arra, hogy az elemek koncentrációja az adott helyen meghatározható legyen adott pontossággal. Ehhez mindössze a kérdéses hely GPS koordinátájára van szükség. Az eddigi tapasztalatok alapján felmerült felhasználói oldalról az igény, hogy a térképen egy kattintással lehessen helyet választani. Ehhez a GPS adatok feldolgozása folyamatban van. Ennek segítségével a program sokkal felhasználó-barátabbá tehető. Ennek kapcsán felmerülhet az igény, hogy a térképen belül esetleg bizonyos területek kinagyíthatók legyenek, a pontosabb hely kiválasztás miatt.

Az adatok elérhetősége az általunk fejlesztett információs rendszerben megfelelő jogosultsági rendszer kialakításával biztosított. Az adatbázis-adminisztrátornak minden adatmanipulációhoz joga van, de az átlagfelhasználó csak lekérdezési joggal rendelkezik. A lekérdezéseket SQL technológia alkalmazásával oldjuk meg, MySQL adatbázis szerver segítségével. Maga az információs rendszer kliens-szerver környezetben működik, felhasználva az Internet/Intranet adta technológia előnyeit.

Különösen nagy előny az ilyen rendszerekben, hogy a felhasználó gépére semmilyen "különleges" szoftvert nem kell telepíteni, csak egy Internetes böngésző szükséges hozzá, amely napjainkban a legtöbb operációs rendszer szerves része.

Az általunk létrehozott statisztikai alapú információs rendszer egész országra kiterjedő adatbázisával alkalmas lehet arra, hogy stratégiai döntésekhez információt szolgáltatson.

A későbbiek során, ha már több éves adatmennyiség áll rendelkezésünkre érdekes vizsgálatokat lehet végezni, szintén statisztikai alapon, az idősorok elemzésével. Igaz, hogy ehhez megfelelő számú adat szükséges.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetük fejezik ki az OTKA T38450 pályázatok anyagi támogatásáért, valamint a Növény- és Talajvédelmi Szolgálat által rendelkezésre bocsátott adatokért és mintákért.

IRODALOM

- TIM szakértői bizottság (1995). Talajvédelmi Információs Monitoring Rendszer Módszertan, Budapest.
- Kádár I. (1995). A talaj-növény-állat-ember tápláléklánc szennyeződése kémiai elemekkel Magyarországon, MTA-TAKI Budapest.
- Bartha A., Bertalan É. (1997). Determination of rare earth elements of rock samples ICP-MS using different sample decomposition methods, *Acta Minerologica-Petrographica*, Szeged 131-149.
- Reese, G., Yarger, R.J., King, T. (2003). A MySQL kezelése és használata. Budapest, Kossuth Kiadó.
- Peter Moulding (2002). PHP haladóknak – Fekete Könyv, Budapest, Perfact-Pro Kft.
- Lichte, F.E., Allen, L.M., Crock, J.G. (1987). Determination of rare earth elements in geological materials by inductively coupled plasma mass spectrometry, *Analytical Chemistry*, 1150-1157.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Várallyai László

Debreceni Egyetem, Agrárgazdasági és Vidékfejlesztési Kar
4032 Debrecen, Böszörményi út 138.

University of Debrecen

Faculty of Agricultural Economics and Rural Development

H-4032 Debrecen, Böszörményi str. 138.

Tel: +36-52-508 393, fax: +36-52-486 255

E-mail: varal@date.hu



A gazdasági informatika oktatásának néhány kérdése

Molnár I.

Pennsylvaniai Bloomsburg Egyetem, Gazdasági Kar
Számítástechnikai és Információs Rendszerek Tanszék, Pennsylvania, U.S.A.

ÖSSZEFOGLALÁS

A hazai gazdaságtudományi oktatás színvonalának megőrzése és javítása érdekében célszerű lehet átgondolni, hogy milyen irányokban változott az információ technológia, az informatikai rendszerek, a hazai és nemzetközi követelmények rendszere, továbbá milyen irányban lenne indokolt a gazdasági informatika hazai curriculumját változtatni, fejleszteni. Nemzetközi, elsősorban USA és németországi tapasztalatok alapján keres a szerző válaszokat arra a kérdésre, hogy „hogyan tovább?”. Egyes területek, fontosabb IT fejlődési trendek (hardver, szoftver, operációs rendszerek, programozási nyelvek, hálózati technológiák, integrált szolgáltatás-alapú rendszerek, szabványok) rövid elemzését követően, a gazdasági környezet bizonyos változásai (EU, versenyképesség, üzleti és államigazgatási alkalmazások), valamint a modell-curriculumok (IS2002, MSIS2000) hatásainak elemzésére kerül sor.

(Kulcsszavak: gazdasági informatika, curriculum modellek, oktatáspolitikai döntés-előkészítés)

ABSTRACT

Some questions of Business Informatics/Management Information Systems education

I. Molnar

Bloomsburg University of Pennsylvania, College of Business
Computer and Information Systems Department, Pennsylvania, U.S.A.

To preserve and improve the quality of Business Information Systems (BIS) education in Hungary, it is strongly suggested to periodically rethink the major changes and trends in IT/IS, in national and international requirements and make decisions related to the BIS curriculum changes and developments. Based on international experiences (mainly USA and G) the author is looking for answers, „how to move ahead?”. After analyzing the major educational trends, trends in IT/IS (including hardware, software operating systems, network technologies, programming languages, ERP and Web-services etc.), changes of market requirements and economic environment (e.g., EU, business and public administration applications, international competition etc.), the model-curricula IS2002 and MSIS2000 are shortly discussed

(Keywords: business informatics, model-curriculum, preparation of educational decision)

BEVEZETÉS

A gazdasági informatika oktatásának bevezetése, mint gondolat, a Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetemen a 90-es évek elején merült fel először. Rövid időn belül két alapvető megközelítés rajzolódott ki. Az egyik elsősorban német háttérrel a „Wirtschaftsinformatik” megközelítést próbálta meghonosítani, míg a másik az amerikai szemléletmódot és a „Management Information Systems” alapvonásait igyekezett átvenni. Mindkét irányzat erőteljesen próbálta meg kultúráját és oktatási anyagait elterjeszteni továbbá elismertetni. A Wirtschaftsinformatik megközelítés eredményeként *Stahlknecht* (1992)

„Einführung in die Wirtschaftsinformatik” című tankönyve része lett az elméleti informatika oktatásának és hosszú ideig az is maradt annak ellenére, hogy a könyv magyar fordítása nem került a magyar piacra. Ez a megközelítés a FernUniversität Hagen budapesti központja révén fennmaradt és később jelentős szerepet kapott az Általános Vállalkozási Főiskola, valamint az Államigazgatási Főiskola informatika oktatása szemléletmódjának kialakításában. A „Management Information Systems” megközelítés teljesen beépült az oktatásba és részévé vált a „rendszerinformatika” szakirány kialakításának.

Az erőfeszítések eredményei rövidesen láthatóvá váltak, s az irányzatok vetélkedésének legfőbb eredménye az lett, hogy senkinek sem sikerült „monokultúrás” rendszert kialakítani. Ennek a helyzetnek azonban van egy sajnálatos következménye: ugyan számtalan gazdasági karon és egyetemi tanszéken oktatnak gazdasági informatikát ma Magyarországon, mind a mai napig nincs egységes, modern szemléletű oktatás, annak ellenére, hogy a szakot akkreditálta a MAB. Megítélésem szerint – az 1990-es évek politikai, gazdasági, társadalmi változásait, az oktatási rendszer átalakulását követően – napjainkban Magyarországon egyre nagyobb a szükségszerűsége és erősebb az igénye annak, hogy az informatikát a gazdasági élet szélesebb területein alkalmazzák, továbbá ezzel párhuzamosan a gazdasági informatikát pedig korszerű szemléletben és tartalommal oktassák.

Alapfogalmak

A *gazdasági informatika* szakterület megnevezése a német „Wirtschaftsinformatik” fordításából származik, míg a „Informatik” megnevezés az angol/amerikai „Computer Science” kifejezés német „honosításának” eredményeként keletkezett. A *gazdasági informatika* fogalom definíciója (Stahlknecht, 1992) alapján azokat a tevékenységeket takarja, amelyek vállalati számítógépes információfeldolgozás tervezésével, fejlesztésével, bevezetésével, karbantartásával és felhasználásával kapcsolatosak. A fogalom bevezetése így az informatikai alkalmazások általánosan elfogadott felosztását is tükrözi, amely szerint gazdasági-, műszaki-, jogi-, közigazgatási-, orvos/egészségügyi, valamint egyéb alkalmazásokról beszélünk.

A fogalom természetesen nem csak egy szakterületet, de az ahhoz kapcsolódó önálló *tevékenységi és szakmai struktúrákat* is jelöli (Mertens, 1992).

A jelenleg érvényes **Association for Computing Machinery (ACM)** osztályozás [/acm.org/](http://acm.org/) a számítógépes alkalmazási területek következő felosztását adja.

J. Computer Applications	Számítógépes alkalmazások
J.0 General	Általános
J.1 Administrative data processing	Adminisztratív adatfeldolgozás
<i>Business</i>	<i>Üzleti</i>
<i>Education</i>	<i>Oktatás</i>
<i>Financial (e.g., EFTS)</i>	<i>Pénzügyi</i>
<i>Government</i>	<i>Államigazgatási</i>
<i>Law</i>	<i>Jogi</i>
<i>Manufacturing</i>	<i>Gyártási</i>
<i>Marketing</i>	<i>Marketing</i>
<i>Military</i>	<i>Katonai</i>
J.2 Physical sciences and engineering	Fizikai és mérnöki tudományok
J.3 Life and medical sciences	Biológia- és orvosi tudományok
J.4 Social and behavioral sciences	Társadalom- és viselkedés- tudományok
J.5 Arts and humanities	Művészeti- és humántudományok
J.6 Computer-aided engineering	Számítógéppel segített mérnöki tudományok
J.7 Computers in other systems (C.3)	Számítógépek egyéb rendszerekben
J.m Miscellaneous	Egyéb

Mindkét osztályozás nyilvánvalóvá teszi azt a tényt, hogy a gazdasági alkalmazások specifikumaik alapján jól elkülöníthető csoportot alkotnak, s ezt az elkülönítést – még az esetleges ellentmondások feloldatlanságának meghagyásával is – feltétlenül tükrözni kell. Arra a kérdésre tehát, amely azt feszegeti, hogy létezik-e egyáltalán *gazdasági informatika* mint önálló tudományterület, azt a választ adhatjuk, hogy IGEN, LÉTEZIK (a *műszaki informatikához* hasonlóan), csak legfeljebb vannak olyanok, akik ezt nem ismerik el! Bár úgy tűnik, hogy napjainkban egyre kevesebben kérdőjelezik meg a tényeket, úgy ítélem meg, hogy mind a gazdaságtudomány, mind pedig az informatika területén dolgozó szakembereknek fel kell vennie a harcot a *gazdasági informatika létét vitató* állásponttal szemben, a tudományos és szakmai tisztánlátás megteremtése érdekében.

Elfogadva azt, hogy a gazdasági informatika önálló alkalmazási terület, s jellemzői alapján külön figyelmet érdemel, felmerül az a kérdés, hogy hogyan és milyen módon érvényesítsük ezt a felismerést a szakterület oktatásában.

A gazdasági informatika oktatása

Az oktatást befolyásoló tényezők

Az elmúlt évtizedben az oktatás területen számos olyan jelentős változás ment végbe, ami szükségessé teheti a gazdasági informatika hazai helyzetének újraértékelését.

A fontosabb változásokat a következőképpen foglalhatjuk össze.

- Nyilvánvalóvá vált, hogy a felgyorsuló globalizálódás következményeként a globális piacgazdaság megteremti a globális munkaerőpiacot. A folyamatot teljesen egyértelművé EU tagságunk tette; ha ideiglenes megszorításokkal is, de az EU regionális munkaerőpiacának, s a résztvevő nemzetközi nagyvállalatok révén a globális munkaerőpiacnak teljes jogú tagjává váltunk.
- A globális munkaerőpiac működésének megkönnyítése érdekében globális mérési rendszerre van szükség. Olyan globális oktatási standardek alakultak ki, amelyek egyértelműen közvetítik a globális piaci értékrendet. (a helyi és nemzeti értékrendek alkalmazkodnak, ill. beépülnek a globális értékrendbe). A munkaerő árú jellegének megfelelően az előállítási/képzési. standardek is kialakultak; ezeknek egy része a globális képzési minőségbiztosítási célokat szolgálja (pl. globális akkreditáció). Ugyancsak a globális munkaerőpiac működésének megkönnyítését hivatottak szolgálni a nemzetközi együttműködések és az ezeket kiszolgáló intézményrendszer is (ilyenek, pl. a Bologna folyamat elemei, vagy az AACSB, valamint a nemzeti akkreditációs intézmények rendszere).
- Nemzeti szinten az oktatási rendszer legfontosabb feladatává a nemzetközi versenyképesség biztosítása, a magas szintű képzési hatékonyság¹ elérése vált. Természetes, hogy ilyen körülmények között a hatékonysági célok elérése elsősorban a költségsökkentés és nem a minőségnövelés irányába hat. A piaci hatásmechanizmusok erősítése nemcsak egészséges versenyhez, de a jól ismert túlképzéshez, minőségi problémákhoz (pl. „diploma shopping”), képzési válsághoz, és végső soron a társadalmi szintű hatékonyság hiányához vezethet.

¹ Szigorú értelemben véve így nincs nagy jelentősége annak, hogy elismerik-e az egyes informatika területek létét. A kérdés hatékonysági problémává alacsonyodik: mennyit (időt, pénzt stb.) veszítünk akkor, ha nem tesszük?

- A Bologna folyamat eredményeként az EU-ban általánossá vált a két szintű képzés (BSc/MSc vagy BA/MBA), valamint az egységesített teljesítmény-értékelés (ECTS). Az egyes hazai intézményeknek ki kell alakítaniuk a saját stratégiájukat, és intézményi szinten kell rögzíteniük, hogy a teljes oktatási spektrum (post-secondary, undergraduate, graduate, postgraduate) mely területein és milyen mértékben kívánnak tevékenykedni.

Mit jelentenek ezek a változások a gazdasági informatika hazai képzési rendszere számára?

- Nyilvánvaló hogy hosszú távon a minőség kifizetődik; a képzésnek a jelenleginél jobban kellene a minőségre összpontosítani. (Ahogy azt egy autóiipari reklám is megfogalmazza: „Mercedes, just Mercedes”.)
- A vezető gazdaságtudományi oktatást nyújtó intézményekben a nemzetközi standardeknek megfelelően ki kell alakítani a teljes hazai oktatási spektrumot, alkalmazva a hazai magas szintű standardek.
- A képzés nemzetközivé tételét az idegen-nyelvű képzés bevezetésével, ill. egyes területeken általánossá tételével, valamint a külföldi részképzés, ill. a „consortium degree” (közösen, több egyetem által kibocsátott diploma) általánossá tételével kellene elősegíteni.
- Apró csatákkal nagy győzelmeket lehetne elérni, elsősorban a szakmai határterületek (mindenekelőtt a műszaki informatika) szerepének tisztázása területén. Ez a tevékenység megnyithatná az utat a további MAB, majd ezt követően a nemzetközi akkreditációk előtt is. Mindez jelentősen segíthetné a nemzetközi ekvivalencia-kérdések tisztázását is. Nehéz elképzelni, hogy a globális munkaerőpiac elfogadja és értékeli a nemzeti, bilaterális egyezményeken alapuló minőségbiztosítást, s akkreditációs testületeket. Sem a munkaadó, sem a munkavállaló, de még a hatékonyan dolgozó államigazgatás sem vállalja a kapcsolódó költségeket, s várhatóan előbb-utóbb kivonul a területről (ld. Association to Advance Collegiate Schools of Business /AACSB/, vagy World Educational Services /WES/ eseteit).

A fentiek figyelembevételével a magyar felsőoktatáshoz hasonlóan a gazdasági informatika területén is megindulhat olyan szemléleti változás, amely a jelenlegi oktatást új, *szerviz alapú* képzéssé alakítja. Az átalakulással egy időben a hazai oktatási intézmények egy része éppen az alkalmazott informatikai területeken átalakulhatna egyfajta regionális, később pedig globális *oktatási szolgáltató*vá. Ilyen szerepkör vállalása nemcsak lehetséges, de egyben szükségessé is tenné a modern technológiára épített, de ugyanakkor gyakorlati orientáltságú gazdasági informatika oktatás kialakítását. A modern kommunikációs hálózatok felhasználásával egy regionális, ill. globális gazdasági informatikai oktatás jelentős jövedelem-generáló hatása mellett képessé tenné a résztvevő intézményeket ipari/államigazgatási együttműködések, hazai és nemzetközi projektek kialakítására, pénzügyi források megszerzésére, az érdek-érvényesítés erősítésére. Ilyen irányú fejlődés biztosítaná ugyanakkor, hogy nyugati minták alapján a hazai igényeknek megfelelő szabványos oktatási anyagokat (pl. IS2002, MSIS2000) alakítsanak ki és gondoljanak folyamatosan.

A gazdasági informatikai curriculumok létrehozásának és karbantartásának egyik legnagyobb problémája az, hogy a végzős hallgatókkal szembeni követelmények összetettek (1. ábra). Megfogalmazásukat nehezíti a *szakterület igen gyors változása* is, aminek következtében az elvárások maguk is gyorsan változnak.

1. ábra

A hallgatókkal szembeni elvárások szerkezete²

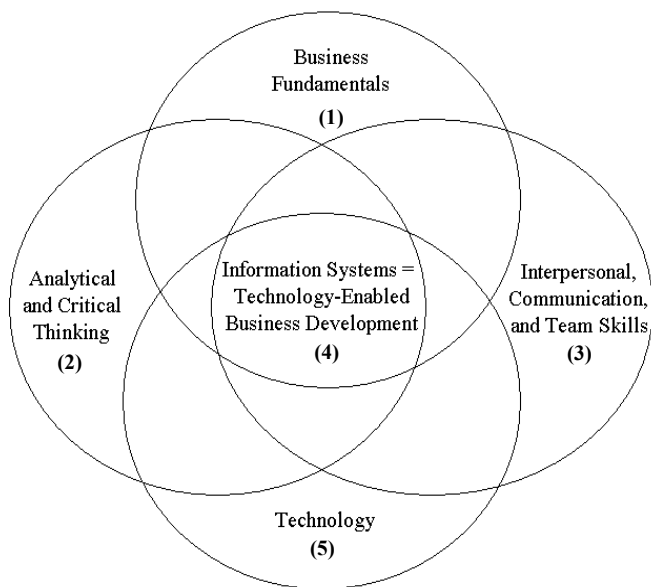


Figure 1: Expectations towards students

Üzleti alapismeretek(1), Analitikus és kritikus gondolkodás(2), Kapcsolatépítő, kommunikációs és csapatmunka képességek(3), Információs rendszerek = Technológia által lehetővé tett üzleti fejlesztés(4), Technológia(5)

Külön figyelmet érdemelnek a gazdasági informatika curriculumoknak a technológiához kapcsolódó, un. InformációTechnológiai (IT) vonatkozásai. Az IT ismeretek meghatározásának alapját az IT fejlődési trendek képezik. A továbbiakban néhány olyan fejlődési trendre hívjuk fel a figyelmet³, amelyet célszerűnek látszik megfelelő prioritással kezelni.

- Hardver: a PC középpontú felhasználásról a hálózatosra helyeződött át a hangsúly. Hosszú távon célszerűnek látszik lépéseket tenni a grid-computing és a szuperszámítógépekkel kapcsolatos ismeretek oktatása irányába.
- Szoftver: Az operációs rendszerek területén tudomásul kell venni, hogy adott technológiai háttérrel célszerűbb és olcsóbb lehet Linux-bázisú oktatási környezetet kialakítani. A Windows bázisú oktatás hosszú távon ugyancsak fennmarad. A programozási nyelvek közül változatlanul a Java oktatása ajánlott, amely koncepcionálisan még az új .NET programfejlesztési környezetekbe is beilleszthető (ld. J2EE, .NET).

² Forrás (source): Gorgone et al., 2002

³ Nem törekszünk sem részletességre, sem teljességre. Az IT trendek értékelésével külön erre a feladatra szakosodott intézmények foglalkoznak.

- A hálózati technológiák területén a vezeték nélküli és mobil technológiák oktatását és használatát lenne célszerű fejleszteni. A szabványoknak (pl. XML, SOAP, UDDI, WSDL, TCP/IP, HTTP) az oktatásba illesztésére külön figyelmet kellene szentelni.
- Adatbázis: határozott elmozdulás lenne kívánatos a professzionális adatbázis-technológiák, mindenképp a Web-orientált hálózati felhasználások, a multimédia- és az objektum-orientált adatbázisok irányába.
- Az integrált szolgáltatás-alapú rendszerek közül az ERP, és a Web-services technológia érdemel nagyobb figyelmet, továbbá komolyabb erőfeszítéseket az oktatásban.
- Alkalmazási területek: erősíteni kellene a komponens-alapú, valamint a heterogén felhasználói rendszerek integrációjának oktatását, s úgy gondolom, hogy nagyobb figyelmet érdemelne a supply-chain, a workflow és az E-business rendszer oktatása is.

Modell- curriculumok

A környezeti feltételrendszerhez illeszkedő intézményi stratégia kialakítását követően érdemes figyelembe venni a szakterületen bevezetett un. modell-curriculumokat. Az USA-ban használt megközelítésekről jó képet ad az *IS2002 undergraduate*, valamint a *MSIS2000 graduate* modell-curriculum. Mindkettőt szakértői csoportok hozták létre. Az IS2002 megalkotásában például az alábbi szakmai szervezetek vettek részt:

- Association for Computing Machinery (ACM)
- Association for Information Systems (AIS)
- Association of Information Technology Professionals (AITP)

A modell-curriculumokat strukturáltan, felülről-lefelé alakították ki. A követelmény-rendszer rögzítését követően általános szerkezetet adnak meg, amelyben elhelyezik a különböző tantárgyakat. Az IS2002 általános szerkezetét a 2. ábrán mutatjuk be.

2. ábra

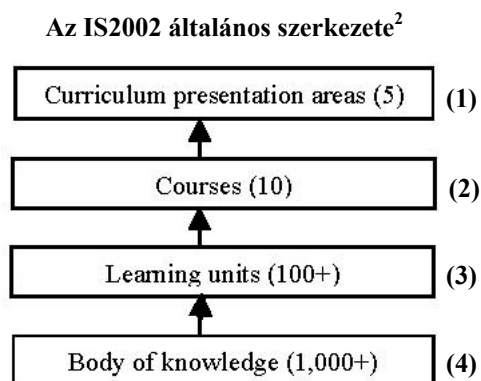


Figure2: General structure of IS2002

Curriculum bemutatási területek(1), Kurzusok(2), Oktatási egységek(3) Ismerethalmaz(4)

A tantárgyakat (kurzusokat) oktatási/tanulási egységekre, az oktatási/tanulási egységeket pedig témakörökre/tárgykörökre bontják. A tantárgyakat az általánosság megőrzése mellett a lehető legnagyobb mértékben specifikálják. Ennek jelentősége akkor válik

nyilvánvalóvá, amikor azt, pl. az oktatás során felhasználják. A tankönyvgyártók és a szerzők egyaránt ezekből a leírásokból indulnak ki, s az oktatók is ugyanezeket az anyagokat használhatják. Az IS2002 tantárgyak kapcsolatát, az *undergraduate* modell-curriculum szerkezetét a 3. ábrán mutatjuk be.

3. ábra

Az IS2002 modell-curriculum szerkezete²

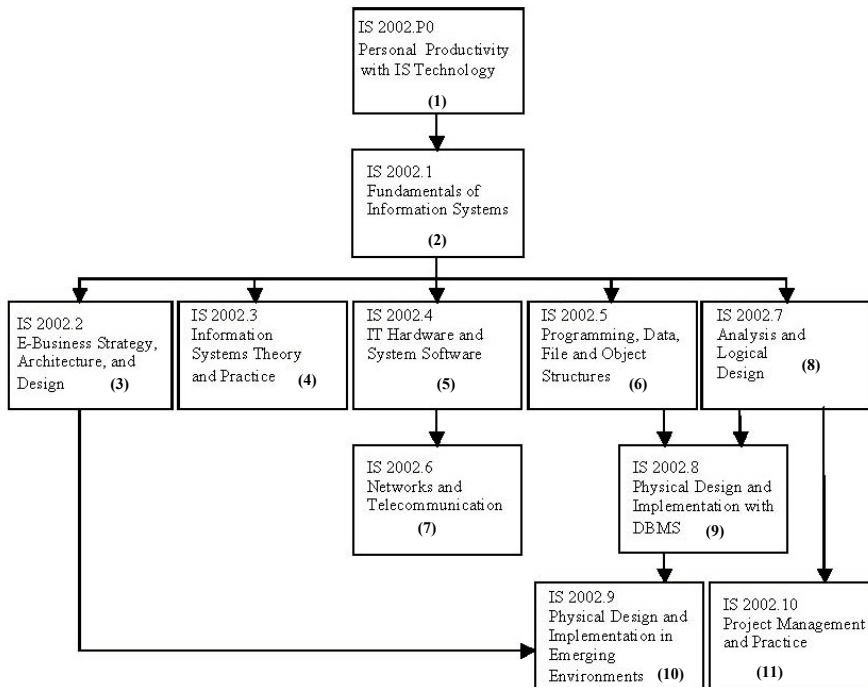


Figure 3: Structure of IS2002 model curriculum

IS 2002.P0 – Egyéni Termelékenység Információs Rendszerek technológiájával(1), IS 2002.1 – Információs rendszerek alapjai(2), IS 2002.2 – E-üzleti stratégia, szerkezet és tervezés(3), IS 2002.3 – Információs rendszerek elmélete és gyakorlata(4), IS 2002.4 – IT hardver és rendszer-szoftver(5), IS 2002.5 – Programozás, adat, fájl és objektum-szerkezetek(6), IS 2002.6 – Hálózatok és telekommunikáció(7), IS 2002.7 – Analízis és logikai tervezés(8), IS 2002.8 – Fizikai tervezés és implementáció adatbázis-kezelő rendszerekkel(9), IS 2002.9 – Fizikai tervezés és implementáció új környezetekben(10), IS 2002.10 – Projekt menedzsment és gyakorlat(11)

A modell-curriculumokat folyamatosan felülvizsgálják, időszakonként módosítják és az Interneten a nyilvánosság számára is elérhetővé teszik. Ezek a tevékenységek nagyban hozzájárulnak ahhoz, hogy a szakterület változásaira az oktatás rugalmasan reagáljon.

A tantárgyi rendszer alapján a *graduate szinten* különböző koncentrációk és specializációk alakíthatók ki, s így az aktuális munkaerő-kereslethez jobban alkalmazkodó képzés valósítható meg. Az MSIS2000 modell-curriculum szerkezetét a 4. ábrán mutatjuk be.

4. ábra

Az MSIS2000 modell-curriculum ajánlott koncentrációi

Tudományos élet (út a PhD-hez)(1) – Az Információs Rendszerek (IR) kutatásának elvei(1.1) – Oktatási képességek(1.2) – Statisztikai kutatási módszerek(1.3) – Haladó választható tárgy Oktatásból(1.4)	Tudásmenedzsment(9) – Tudásmenedzsment és a tanuló szervezet(9.1) – Dokumentum menedzsment(9.2) – Adatáruház(9.3) – Adatbányászat és adatszerzés(9.4)
Tanácsadás(2) – Üzleti tanácsadás(2.1) – Tanácsadás az IR területén(2.2) – Haladó Projekt menedzsment, vagy haladó Változás menedzsment(2.3) – Választható tantárgy a Tanácsadás területéről (pl. Tudásmenedzsment, ERP, telekommunikáció) (2.4)	IR funkciók menedzselése (IR belső) (10) – Az IT vezető tisztségviselő (CIO) szerepe(10.1) – Számítógépes személyzet működésének menedzsmentje(10.2) – Telekommunikációs erőforrások menedzsmentje(10.3) – IR biztonság(10.4)
Adatkezelés és Adatátruházás(3) – Adatátruházás(3.1) – Tudásmenedzsment(3.2) – Adatbázis adminisztráció(3.3) – Adatbázis rendszerek tervezése(3.4)	IR funkciók menedzselése (IR külső) (11) – Az IT vezető tisztségviselő (CIO) szerepe(11.1) – Telekommunikáció és virtuális szervezetek(11.2) – Funkciók kitelepítése (outsourcing) (11.3) – Végfelhasználói számítások(11.4)
Döntéshozatal(4) – Döntés támogatás és Vezetői információs rendszerek(4.1) – Adatáruház(4.2) – Szimuláció és modellezés(4.3) – Ember-számítógép interakció(4.4)	A munkavégzés új útjai(12) – Távmunkavégzés (telecommuting) és virtuális szervezetek(12.1) – Munkafolyamatok és kollaboratív munka(12.2) – Multimédia (12.3) – Internet, Intranet és Extranet(12.4)
Elektronikus kereskedelem(5) – Internet, Intranet és Extranet(5.1) – Elektronikus kereskedelem(5.2) – A WWW és az értéklánc(5.3) – Vásárló-kapcsolati marketing (CRM) (5.4)	Projekt menedzsment(13) – Haladó Projekt menedzsment(13.1) – Haladó Változás menedzsment(13.2) – Funkciók kitelepítése (outsourcing) (13.3) – Virtuális szervezetek és távmunkavégzés(13.4)
Vállalati erőforrások tervezése (ERP)(6) – ERP rendszerek(6.1) – Üzleti folyamatok(6.2) – Internet, Intranet és Extranet(6.3) – Rendszerek integrációja(6.4)	Rendszerelemzés és tervezés(14) – Haladó tervezési módszerek (pl. objektum-orientált elemzés és tervezés, gyors alkalmazás-fejlesztés (RAD), prototípus készítés) (14.1) – Haladó Projekt menedzsment(14.2) – Rendszerek integrációja(14.3) – IR tanácsadás(14.4)
Globális IT menedzsment(7) – Határokon keresztül Elektronikus Adatcsere (EDI) és Adatfolyamok(7.1) – Virtuális szervezetek(7.2) – Tudásmenedzsment(7.3) – Az IT globális kulturális jelentősége(7.4)	Technológia menedzsment(15) – Új technológiák és technológiai előrejelzések(15.1) – Globalizáció(15.2) – Haladó Projekt menedzsment(15.3) – A technológia-menedzsment szervezési vonatkozásai(15.4)
Emberi tényezők(8) – Számítógépes ergonómia(8.1) – Interfész tervezése(8.2) – Használhatóság tervezése és tesztelése(8.3) – Multimédia tervezés és gyártás(8.4)	Telekommunikáció(16) – Telekommunikációs technológia(16.1) – Telekommunikációs erőforrások menedzsmentje(16.2) – Internet, Intranet és Extranet(16.3) – Elektronikus kereskedelem(16.4)

Forrás (source): Gorgone and Gray, 1999

Academia (path to Doctorate) (1), Principles of IS Research(1.1), Teaching Skills(1.2), Statistical Research Methods(1.3), Advanced Elective in Teaching(1.4), Consulting(2), Consulting in Business(2.1), Consulting in IS(2.2), Advanced Project Management or Advanced Change Management(2.3), Elective in Consulting Area (e.g., knowledge management, ERP, telecom) (2.4), Data Management and Data Warehousing(3), Data Warehousing(3.1), Knowledge Management(3.2), Database Administration(3.3), Database Systems Planning(3.4), Decision Making(4), Decision Support and Executive Information Systems(4.1), Data Warehousing(4.2), Simulation and Modeling(4.3), Human-Computer Interaction(4.4),

Electronic Commerce(5), Internet, Intranets and Extranets(5.1), Electronic Commerce(5.2), WWW and the Value Chain(5.3), Consumer Relationship Marketing(5.4), Enterprise Resources Planning(6), ERP Systems(6.1), Business Processes(6.2), Internet, Intranets and Extranets(6.3), Systems Integration(6.4), Global IT Management(7), Transborder EDI and Data Flows(7.1), Virtual Organizations(7.2), Knowledge Management(7.3), Global Cultural Implications for IS(7.4), Human Factors(8), Ergonomics of Computing(8.1), Interface Design(8.2), Usability Analysis and Testing(8.3), Multimedia Design and Production(8.4), Knowledge Management(9), Knowledge Management and the Learning Organization(9.1), Document Management(9.2), Data Warehousing(9.3), Data Mining and Knowledge Acquisition(9.4), Managing the IS Function (Internal to IS) (10), Role of the CIO(10.1), Management of Computer Personnel Operations(10.2), Management of Telecommunications Resources(10.3), IS Security(10.4), Management of the IS Function (external to IS) (11), Role of CIO(11.1), Telecommuting and Virtual Organizations(11.2), Outsourcing(11.3), End-User Computing(11.4), New Ways of Working(12), Telecommuting and Virtual Organizations(12.1), Workflow and Collaborative Work(12.2), Multimedia(12.3), Internet, Intranets and Extranets(12.4), Project Management(13), Advanced Project Management(13.1), Advanced Change Management(13.2), Outsourcing(13.3), Virtual Organization or Telecommuting(13.4), Systems Analysis & Design(14), Advanced Design Methodologies (e.g. Object-Oriented Analysis and Design, RAD, prototyping) (14.1), Advanced Project Management(14.2), System Integration(14.3), IS Consulting(14.4), Technology Management(15), Emerging Technologies and Technology Forecasting(15.1), Globalization(15.2), Advanced Project Management(15.3), Organizational Aspects of Technology Management(15.4), Telecommunications(16), Telecommunications Technology(16.1), Managing the Telecommunications Resource(16.2), Internet, Intranets and Extranets(16.3), Electronic Commerce(16.4)

Figure 4: Suggested concentrations of the MSIS2000 model curriculum

A németországi gazdasági informatika oktatásának elveit (GI, 1992) az „Informatikai Társaság” (Gesellschaft für Informatik) 2003-ban fogalmazta újra azzal az igénnyel, hogy tartalmi követelményrendszer kialakításával járuljon hozzá az oktatás egységesítéséhez, színvonalának növeléséhez. Tekintettel a német oktatási intézményrendszer felépítésének sajátosságaira, az egyes tartományok különböző programokat dolgoz(hat)nak ki (-- 2000) követelményrendszer megvalósítására. Az oktatási elvek egyfajta verbális modell-curriculumot rögzítenek, amely szigorúan illeszkedik a német gazdasági, tudományos és szervezeti feltételrendszerhez, s jól támogatja a felsőoktatás átalakulási folyamatát (Mertens, 2002).

Modell-curriculumok értékelése

A modell-curriculumok egy piac-orientált oktatás környezeti feltételrendszeréhez illeszkednek, az USA-ban használt és jól bevált megközelítéseket, módszereket és eszközöket használják. Kiválóan alkalmasak a szakmán belüli és a kapcsolódó szakterületek közötti kommunikációra, bizonyos minőségi standardek közvetítésére, valamint egyes szervezetek szakmai érdek-érvényesítésére.

A modell-curriculumok kialakításának módszertana figyelmet érdemel. Magyarországon is célszerű lenne kialakítani azokat a működési formákat, amelyek hasonlóképpen támogatják a minőségi képzést. Természetesen a modell-curriculumok nem képesek megoldani az erőforrás-problémákat, nem kezelik a hazai és az EU akkreditációs, továbbá értékmérő rendszerének (pl. ECTS) hatásait. Természetesen nem veszik figyelembe a hazai középiskolai oktatás magas színvonalát sem, s nem adnak

segítséget a tananyag oktatásának technikai stb kérdéseit illetően sem. A modell-curriculumok pusztán olyan jól használható, adott funkcióval rendelkező eszközök, amelyek bevezetésük esetén tovább erősíthetnék a hazai oktatás színvonalát, anélkül, hogy mindenkire nézve „kötelező” és „rendszerbeillesztő” eszközöket alkotnának.

KÖVETKEZTETÉSEK

A fentiekben a gazdasági informatika elismerése, teljes spektrumú képzésének akkreditálása, egyfajta nemzetközi értékrendet tükröző minőségi oktatás mellett törekvés. Igyekeztem összefoglalni azokat a főbb tényezőket, amelyek ma a gazdasági informatika oktatásának kialakításakor lényegesek lehetnek. Szándékosan nem beszéltem az erőforrásokról, s azok közül is talán a legfontosabbról, a pénzről. Ennek oka az, hogy szilárd meggyőződésemm, hogy a problémák elsődleges oka nem a pénzügyi erőforrások hiányában van. Bízom abban, hogy az EU új tagjaként az erőforrás-korlátok enyhébbek lesznek, s ez is tovább erősíti a szakterület fejlődését.

Remélem, hogy sikerült megfogalmaznom és bemutatnom azt az érvrendszert, amely az informatikát a kulcs-tudományok egyikeként, az információs társadalom egyik mozgatóelemeként kezeli, s ezen alapulva fejlesztését nem csak elemi gazdasági, továbbá társadalmi érdekként, hanem tudánypolitikai ügyként is kezeli. Ebben az érvrendszerben az IT szakterületek, így a gazdasági informatika is, hosszútávon határozza meg nem csak az alkalmazások és a kutatások, de a képzés, továbbá a tudományos utánpótlás helyzetét is.

IRODALOM

- Csukás B., Bánkuti Gy. (2002). Gondolatok az alkalmazásorientált multidiszciplináris informatikusképzésről. GIKOF az NJSZT Gazdaságinformatikai Kutatási és Oktatási Fórum Szakmai Szervezetének Szakfolyóirata. ISSN: 1588-9130
- Dobay P., Raffai M. (2002). A kétciklusú informatikus-közgazdász szakképzési koncepciója. GIKOF az NJSZT Gazdaságinformatikai Kutatási és Oktatási Fórum Szakmai Szervezetének Szakfolyóirata. ISSN: 1588-9130
- GI (1992). Rahmenempfehlung für Diplomstudiengänge Wirtschaftsinformatik an Universitäten, Mitteilungen des FB5 der Gesellschaft für Informatik und der Wissenschaftlichen Kommission Wirtschaftsinformatik, Wirtschaftsinformatik 34/4 446–449.
- GI (2003). Rahmenempfehlung für die Universitätsausbildung in Wirtschaftsinformatik, Mitteilungen des GI-Fachbereichs Wirtschaftsinformatik, Wirtschaftsinformatik 45/3 374–386.
- Gorgone, J.T., Davis, G.B., Valacich, J.S., Topi, H., Feinstein, D.L., Longenecker, Jr.H.E. (2002). Model Curriculum and Guidelines for Undergraduate Degree Programs in Information Systems, Association for Information Systems.
- Gorgone, J.T. and Gray, P. (1999). MSIS 2000 - Model Curriculum and Guidelines for Graduate Degree Programs in Information Systems, Association for Computing Machinery.
- <http://www.acm.org/class/1998/overview.html>, ACM computer science tudományterületének osztályozása. Utolsó elérés: 2004. 06. 05.
- Mertens, P., Ehrenberg, D., Griesse, J., Heinrich, L.J., Kurbel, K., Stahlknecht, P. (1992). Studien- und Forschungsführer Wirtschaftsinformatik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg NewYork. ISBN: 3-540-55094-1

- Mertens, P., Chamoni, P., Ehrenberg, D., Griesse, J., Heinrich, L.J., Kurbel, K. (2002). Studien- und Forschungsführer Wirtschaftsinformatik. Das Fach, das Studium, die Universitäten, die Perspektiven, Vieweg-Verlag, Berlin. ISBN: 3-528-15539-6
- Stahlknecht, P. (1992). Einführung in die Wirtschaftsinformatik. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg NewYork, ISBN: 3-540-59100-X.
- (2000). Stand und Erfordernisse der Informatikausbildung und Informatikforschung an den bayerischen Universitäten und Fachhochschulen. Bericht der Informatik-Kommission des Bayerischen Staatsministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Molnár István

Bloomsburg University of Pennsylvania, College of Business
Computer and Information Systems Department, Pennsylvania, U.S.A.

Pennsylvaniai Egyetem, Gazdasági Kar

Számítástechnikai és Információs Rendszerek Tanszék, Pennsylvania, U.S.A.

Tel: +1-570-389 4745, fax: +1-570-389 3892

E-mail: imolnar@bloomu.edu.



ORACLE iLearning Internet alapú távoktatási rendszer a katonai felsőoktatásban

Vörös M.

Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, Budapest, 1101 Hungária krt. 9-11.

ÖSSZEFOGLALÁS

A professzionális értékek irányába fejlődő honvédségben a szakmai képességek gondozása, fejlesztése stratégiai feladat. A csökkenő létszám és a helyettesíthetőség beszükülése megnehezíti a nappali képzésekre történő beiskolázást, ezért megnő a folyamatos önképzés szerepe és ennek egyik megvalósítási formájaként a távoktatás iránti igény. A szervezeti változások, továbbá az információs és kommunikációs technika rohamos fejlődése következtében átalakul a képzés eszközrendszere és módszertana. A hagyományos képzés ennek a kihívásnak nem tud megfelelni, ezért a Magyar Honvédség részére szükségszerű az új tanítási/tanulási módszerek, eszközök és médiumok bevezetése, továbbá elterjesztése. Az ORACLE E-Business Suite alkalmazás-együttes fontos elemét képező, az interneten keresztül elérhető ORACLE iLearning tanulástámogató rendszer nemzetközi és hazai téren egyaránt bizonyította, hogy az általa adott relevancia, minőség, kiegyenlített tartalom és színvonal, magas költséghatékonyság, továbbá a helytől független, rugalmas tanulás lehetősége biztosítja a szükséges ismeretek megszerzését, ill. folyamatos frissítését. Az ORACLE iLearning alkalmazása a katonai felsőoktatásban egy tanulástámogató rendszer funkcióinál lényegesen szélesebb lehetőségeket nyit meg: a Magyar Honvédségben már használatban lévő egyéb ORACLE programokkal együtt integrált e-alapú infrastruktúra kialakítását teszi lehetővé.

(Kulcsszavak: katonai felsőoktatás, távoktatás, eLearning)

ABSTRACT

ORACLE iLearning - a Learning Management System in the Higher Military Education in Hungary

M. Vörös

Zrínyi Miklós National Defence University, Budapest, H-1101 Hungária krt. 9-11.

The modernization of the Hungarian Defence Force and the transition to all-volunteer force require permanent update of personnel knowledge and skills. Due to financial limitations, concentration of teaching staff and infrastructure, and demand for specialized military-professional knowledge, the proportion of conventional resident courses is expected to decrease significantly, while demand for organized conversion and follow-on training will highly increase. Conventional education is unable to meet that challenge, so it is inevitable that the Hungarian Home Defence Force to introduce and spread new educational methods, means and media. The distance learning system based on modern information and communication systems and ORACLE iLearning Learning Management System has proven to be efficient in both a national and international environment. Its relevance, quality, well-balanced content, high cost

effectiveness, and the possibility of flexible learning at home cater for acquiring and permanent updating of necessary knowledge and skills, and helps transform learning from being a necessity to becoming an integral part of one's way of life, becoming a routine activity for everyone.

(Keywords: Higher Education in Hungarian Army, distance education, eLearning)

BEVEZETÉS

Az informatikai és kommunikációs technológiai (IKT) forradalom hatására az oktatási piac is globalizálódik. Az integrált termelésirányítás, a pénzügyi-gazdálkodási rendszerek, a számítógépes tervezés-termelés-szállítás-kereskedelem, az elektronikus hálózatokon elérhető információ és szolgáltatások mennyiségének robbanásszerű növekedése erőteljes hatást gyakorol az oktatásra. Európában a tőke és a termékek szabad áramlása mellett az oktatás szempontjából rendkívüli jelentőséggel bír a szolgáltatások és a munkaerő szabad áramlása is, melyre döntő hatást gyakorol a diplomák és szakképesítések kölcsönös elismerése. Az egységes európai munkaerőpiac kialakítása a kurrens, mobilizálható foglalkozások standardizálását követeli, ami az adott képesítések megszerzését biztosító oktatási piacot is egyre szabályozottabbá teszi. A munkaerő piacképességének megtartásához eddig elegendő volt a valamikor megszerzett szakmai tudás időszakos megújítása. A jövőben folyamatosan kell új ismereteket elsajátítani, néhány alkalommal pedig elkerülhetetlen a szakmai megújulás. Mindez társadalmi méretekben csak folyamatos, rövid idejű, hatékony és olcsó képzési formák segítségével valósítható meg. Különösen igaz ez a Magyar Honvédségben (MH) ahol egy időben kell a hazai védelmi politika korszerűsítését előíró feltételeknek és a NATO tagságból eredő interoperabilitási és kompatibilitási elvárásoknak, valamint az EU polgáraitól elvárt kvalitásoknak megfelelni.

A felsőoktatás strukturális területen¹ és tartalmi kérdésekben² történő átalakulásának nemzetközi tendenciája, működési feltételeinek alapvető módosulása erősen hat a hazai viszonyokra is. A siker kulcsa a gondolkodási mód és az oktatási rendszer változtatásában rejlik (Raffai, 1999). A társadalmi hatások felerősödve jelennek meg a katonai felsőoktatásban, mely jelenleg lemaradással küzd ezeken a területeken.

A távoktatás nemzetközi és hazai téren egyaránt bizonyította, hogy az általa biztosított relevancia, minőség, kiegyenlített tartalom és színvonal, magas költséghatékonyság és az otthoni, rugalmas tanulás lehetősége biztosítja a szükséges ismeretek megszerzését és folyamatos frissítését, a tanulást a kényszerből az emberek mindennapos tevékenységévé, az életforma szerves részévé alakítja át (Kovács, 1996). 1997-ben az USA védelmi minisztériuma és a Fehér Ház Tudományos és Technológiai Eljárások Hivatala (Office of Science and Technology Policy) elindították az Advanced Distributed Learning (ADL) kezdeményezést. A projekt a legkorszerűbb technológiai eszközök és tartalomfejlesztési eljárások, szabványok felhasználásával olyan web-alapú tanulási környezetet kíván kialakítani, melyben a tananyag világméretű elosztott tudásbázisból a tanuló személyére szabottan kerül kialakításra. A NATO-ban a jövő egyik

¹A termelői és a szolgáltatói szféra arányának változása, a piac szerepének jelentős növekedése, verseny az oktatásban.

²Változnak a szakemberekkel kapcsolatos igények, nő a gazdasági, gazdálkodási, menedzseri ismeretek iránti igény, felértékelődik a kommunikációs készség idegen nyelven, nemzetközi szereplésre kell szakembereket képezni, fel kell készülni az élethosszig való tanulásra.

lehetséges oktatási formájának tartják a távoktatást, ezt bizonyítja a Védelmi Akadémiák és a Biztonsági Tanulmányok Intézetei Partnerség a Békéért Konzorcium munkacsoportjainak tevékenysége is³. A NATO PFP TEEP⁴ Kiképzés és Oktatásfejlesztési Programjának fontos része a legkorszerűbb technikai eszközöket alkalmazó ADL⁵ távoktatási projekt. Távlati terv az egységes Virtuális Védelmi Akadémia létrehozása (*Siposné*, 2004).

A MAGYAR HONVÉDSÉG AZ EZREDFORDULÓN

A korszerűsödő haderő és a NATO tagság gyökeresen megváltoztatta a tiszti és a tiszt-helyettesi létszamarányok és felkészültség iránti igényeket. Nő a tisztek irányító, vezető szerepe, ezért képzésük tartalma a gyakorlati tevékenységek oldaláról eltolódik az elméleti és a magatartástudományi-vezetői területek irányába. A tiszt-helyettesek végzik az operatív tevékenységek zömét, felkészítésük alapvetően gyakorlati jellegű. Tekintettel a fejlődés ütemére, jelentős a tudás amortizációja. Nélkülözhetetlenné válnak a számon kérhető és azonnal alkalmazható ismeretek: megnő a rendszeres továbbképzések és az önképzés szerepe. A követelmények egy része kötődik a magyar oktatási rendszerhez (főiskolai, vagy egyetemi végzettség, az Országos Képzési Jegyzék szerinti szakma, közép- és felsőfokú szakképesítés), más része a Honvédelmi Minisztérium elvárásainak való megfelelést jelent (a minisztérium, vagy a vezérkar által előírt és elismert egyszeri vagy rendszeres át- és továbbképzések, tanfolyamok).⁶ Az állomány felkészítése során figyelmet kell fordítani arra is, hogy a hivatásos katona pályájának adott szakaszán a civil életbe történő kilépést piacképes tudás kialakításával meg kell könnyíteni.

Az MH korszerűsítése, a professzionális hadsereg kialakítása az állomány ismereteinek folyamatos frissítését követeli meg. A rendelkezésre álló pénz és anyagi eszközök mennyisége, az oktatás személyi feltételeinek és infrastruktúrájának koncentráltasága, a speciális katonai-szakmai ismeretek iránti követelmények és az alacsonyabb létszámból eredő nehéz helyettesíthetőség miatt a hagyományos, tanfolyamrendszerű, 'bentlakásos' képzési formák aránya várhatóan jelentősen csökkeni fog akkor, amikor a szervezett át- és továbbképzések iránti igény erőteljesen megnő. A hagyományos képzés ennek a kihívásnak nem tud megfelelni, ezért az MH részére szükségszerű, a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem (ZMNE) számára pedig létkérdés az új tanítási/tanulási módszerek, eszközök és médiumok igénybevétele, illetve bevezetése, alkalmazása és elterjesztése.

A ZMNE TÁVOKTATÁSI RENDSZERÉNEK KIALAKÍTÁSA

Körülmények és feladatok

A ZMNE távoktatási rendszerének kialakítása az alábbi körülmények és feltételek figyelembevételével történik.

- A képzésre fordítható összegek csökkenése, az oktatók terhelhetőségének korlátai, továbbá a beosztásban történő helyettesítés nehézségei miatt csökken a nappali tanfolyamokra történő beiskolázások száma, megnő a távoktatás és az önképzés szerepe, mely elképzelhetetlen az IKT korszerű eszközeinek használata nélkül.

³ Pl: a digitális könyvtári hálózattal, a tananyagfejlesztéssel, a távoktatással kapcsolatban.

⁴ Partnership for Peace Training and Education Enhancement Programme

⁵ Advanced Distributed Learning

⁶ 17/2003. HM KÁT – HVKF együttes intézkedés a hivatásos és szerződéses katonák át- és továbbképzésének megszervezéséről és végrehajtásáról.

- A rugalmas és mobil továbbképzési rendszerben vagy az oktatókat kell „mozgatni”, vagy virtuális formában kell biztosítani a(z) (ön)képzést. Ez feltételezi az MH alakulatai és továbbképzési központjai tantermi, továbbá informatikai ellátottságának biztosítását és fejlesztését.
- Nélkülözhetetlen a távoktatásban, önképzésben alkalmazható tananyagok készítéséhez szükséges szervezeti, személyi és technikai feltételek megteremtése, az erőforrások koncentrációja, továbbá egy-egy tutori/mentori hálózat létrehozása.
- Olyan széles körben ismert és elismert, magyar nyelven is hozzáférhető tanulástámogató keretrendszert (Learning Management System) kell beszerezni, mely a honvédségben alkalmazott egyéb programokkal képes együttműködni.
- Folyamatossá kell tenni a távoktatásban résztvevők (oktatók, tanulók, tutorok, tananyagfejlesztők, adminisztrátorok) szakmai felkészítését.
- A távoktatási rendszert egyetemi szinten, egységes tartalmi-formai-módszertani követelmények szerint kell bevezetni.

1. ábra

A ZMNE távoktatási rendszerének működési környezete

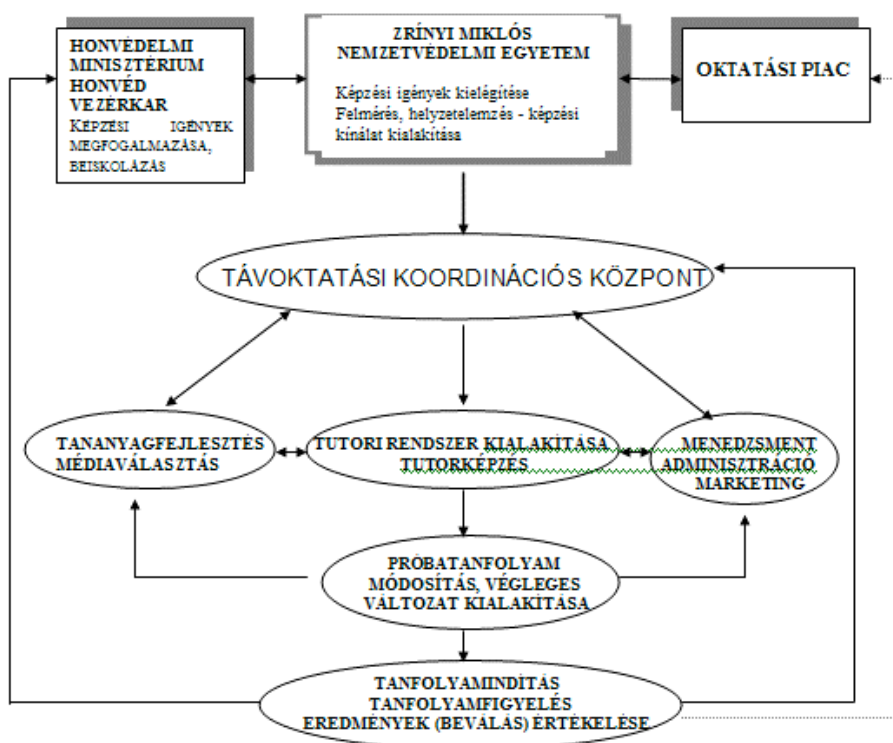


Figure 1: The system of distance education in the Hungarian Army

A képzési igények analízise tárcaszintű feladat, melyet a ZMNE oktatási képességeinek megfelelő képzési kínálat kialakításával segít. Az MH képzési igényei kialakításában elengedhetetlen a különböző oktatási szintek egymásra épülése, az adott szinteken az oktatási intézmények és szakok közötti átjárhatóság/áthallgatás biztosítása nemzeti és nemzetközi vonatkozásban egyaránt (célszerű közös standard kialakítása az oktatási programok és a diákok tudásának összehasonlításához, ekvivalenciájának megállapításához a NATO országok katonai tanintézetek szakembereinek bevonásával).

A távoktatási szakemberek képzése az adminisztrációs (menedzsment), a tananyag fejlesztési és a tutori/mentori hálózat kialakításának területein egy időben, folyamatosan történik, egyrészt saját szervezésű tanfolyamok, másrészt a szakterületen elismert külső képző intézmények és cégek bevonásával, így már kezdettől fogva biztosítható a minőség.

A menedzsment és az adminisztráció feladatai általános vezetői, oktatás-adminisztrációs, továbbá alapvető és speciális informatikai ismereteket is követelnek. A web-alapú ORACLE iLearning keretrendszer alkalmazása a tanulástámogató rendszer funkcióinál lényegesen szélesebb lehetőségeket nyit meg. A Magyar Honvédségben már használatban lévő egyéb ORACLE programokkal együtt, integrált e-alapú infrastruktúra kialakítását teszi lehetővé.

Informatikai háttér

A ZMNE számítógép hálózata többszerveres, többtelephelyes, városok közötti nagytávolságú (WAN) hálózat, amely az egyes telephelyek helyi (LAN) hálózatait köti össze egymással és az Internettel. Az egyetem belső hálózatában központi gépként telephelyenként (Budapest Hungária körút és Üllői út, valamint Szolnok) egy-egy HP NetServer LP3 típusú gép üzemel, Novell Netware 5.0 hálózati operációs rendszerrel. Az egyetem WEB szervere és az internetes levelezés RISC-6000 alapú IBM számítógépeken AIX operációs rendszer alatt fut. Egy külön RISC-6000 számítógép elsősorban az Egyetemi Könyvtár OLIB rendszerét szolgálja ki, míg a távoktatást RISC-6000 H-70-es szervergép. Tesztelés alatt van a Lotus Notes Csoportmunka szoftver. Belső információk továbbítására Novell Groupwise 5.5 alapú szerver üzemel. A legfontosabb hálózati szolgáltatások az alábbiak.

- Ellenőrzött, szabályozott, védett hozzáférés tárolóterületekhez (csak a megfelelő jogosultsággal rendelkezők láthatják az itt elhelyezett anyagokat).
- Tárolóterületek megosztása több személy, esetleg több szervezet közös munkájának biztosításához.
- Távoli telephelyeken tárolt anyagok elérhetősége.
- Központi adatbázisok és ezek kezelő programjainak elérhetősége (például Magyar Törvénytár, Cégtörvény).
- Belső, ellenőrzött intézkedés-továbbító rendszer üzemeltetése (meghatározott felhasználói kör számára).
- Számítógépes Tanulmányi Információs Rendszer és a NEPTUN rendszer, mely valamennyi telephelyről elérhető.
- Az Internetes hálózat.
- Elektronikus levelezés.

A kliens gépeken legnagyobb számban a Microsoft Windows 32 bites és az MS Office verziói kerültek telepítésre. Néhány szoftver külön szerződés alapján az oktatók számára gyakorlatilag korlátozás nélkül rendelkezésre áll. A ZMNE telefon rendszere Siemens gyártmányú digitális központra épül. Az egyetem hírközpontjai egységes hálózatot

alkotnak, mely biztosítja a rendszeren belüli közvetlenül elérhetőséget. A központ csatlakozik a Magyar Honvédség hálózatához, minden mellék egy önálló HM vonalnak tekinthető. A MATÁV vonalon történő hívások lebonyolítására az arra jogosult személyek egyszemélyi Commpargo azonosítót kapnak.

Az MH jelenleg 32 számítástechnikai kabinettel (nyelvi laboratóriummal) rendelkezik, melyek központi szerveren keresztül érhetőek el, illetve az Internet hozzáférés is van. Meglétiük biztosítja az ország különböző területein élő tanulók számára az ORACLE iLearning rendszerébe történő belépést, ezzel a szinkron és az aszinkron tanulást/tanítást, az online csoportos munka lehetőségét, az információcserét.

A ZMNE Távoktatási Koordinációs Központja

A távoktatás bevezetése és meghonosítása a katonai felsőoktatásban új, tanulócentrikus és a korszerű információtechnológiára támaszkodó oktatási kultúra rövid idő alatt történő, egyetemi méretű kialakítását és működtetését kívánja meg, mely során a legfontosabb tevékenységi területek az alábbiak:

- a távoktatásban résztvevők (tanulók, oktatók, tananyagkészítők, mentorok, adminisztrátorok) felkészítése;
- komplex tanulástámogatási rendszer kialakítása és működtetése;
- a távoktatásban alkalmazható tananyagok kidolgozása.
- A fenti feladatok végrehajtását tervező és koordináló, a ZMNE oktatási rektorhelyettesének közvetlen alárendeltségében működő központi szervezeti egység a Távoktatási Koordinációs Központ (TKK). A TKK tevékenységének legfontosabb céljai:
- a távoktatás korszerű módszereinek megismertetése, bevezetésének és széleskörű elterjesztésének koordinálása az egyetemen;
- az egységes egyetemi távoktatási rendszer kialakításának és működtetésének irányítása és koordinálása;
- az oktatói és a hallgatói leterheltség csökkentése elektronikus (távoktatási) tananyagok kidolgozásának, bevezetésének és fejlesztésének ösztönzésével.

A TKK alapvető feladata az egyetem egységes távoktatási rendszerének kialakítása és hatékony működtetése, az egyes feladatrendszerekkel (részterületekkel) szemben támasztott követelmények definiálása és egységesítése.

A TKK alapvető feladatának sikeres megvalósítása érdekében:

- felméri az egyetem távoktatási potenciálját, mely alapján javaslatot tesz rendelkezések, intézkedések, szabályzók kidolgozására, infrastrukturális fejlesztésekre, a távoktatásban résztvevők felkészítését segítő képzések szervezésére, beindítására;
- részt vesz a távoktatással kapcsolatos döntés-előkészítési eljárásokban, és a döntések végrehajtásában;
- szervezi, vezeti és koordinálja az egyetemi szintű távoktatási projekteket;
- szervezi és koordinálja a távoktatás logisztikai biztosítását;
- szervezi, koordinálja, segíti és végzi a távoktatásban résztvevők szakmai felkészítését;
- közzéteszi a távoktatással kapcsolatos új kutatási eredményeket, terjeszti a gyakorlati tapasztalatokat, támogatja a távoktatással kapcsolatos egyetemi kutatásokat;
- segíti a távoktatási infrastruktúra fejlesztését, kiemelten az Internet alapú, komplex távoktatási szolgáltatás kialakítását;
- részt vesz a távoktatásban alkalmazható tananyagok fejlesztésében és előállításában;

- részt vesz a távoktatással kapcsolatos pályázatokon, ill. koordinálja az ilyen irányú egyetemi tevékenységet;
- vezeti és koordinálja az egyetem távoktatási marketing és PR tevékenységét;
- a távoktatással kapcsolatos információszolgáltatási és adminisztrációs feladatokat végez;
- szakmai rendezvényeket (konferenciák, kiállítások, workshop-ok) szervez;
- képviseli az egyetemet a szakmai rendezvényeken;
- részt vesz hazai és nemzetközi kapcsolatok kialakításában és ápolásában.

KÖVETKEZTETÉSEK

A NATO és az EU tagországa polgárként a katona szakembereknek több tudományterületet is átfogó, összetett, interdiszciplináris ismeretekre van szükségük. Fel kell készülni elméleti és gyakorlati vonatkozásban egyaránt a sokoldalúságra, a kreativitásra, a folyamatos önfejlődés igényére, a tanulásra, továbbá az információs és kommunikációs technológia nyújtotta lehetőségek kihasználására. Tekintettel a fejlődés ütemére, jelentős a tudás amortizációja. Nélkülözhetetlenné válnak a számon kérhető és azonnal alkalmazható ismeretek: megnő a rendszeres továbbképzések és az önképzés szerepe. A professzionális értékek irányába fejlődő honvédségben a szakmai képességek gondozása, fejlesztése stratégiai feladat. A szervezeti változások, a csökkenő létszám és a szűkülő pénzügyi lehetőségek következtében szükségessé vált az információs és a kommunikációs technológia által kínált új lehetőségekre, valamint a távoktatás módszertani fejlődésére alapozott egyetemi távoktatási rendszer kialakítása. Napjainkban a ZMNE egységes távoktatási rendszerének kialakítása, működése anyagi-technikai-pénzügyi-módszertani megalapozása folyik.

A távoktatással, az önképzés szerepének felértékelődésével, a tanítás/tanulás technologizálódásával kapcsolatban jelenleg még érzékelhető szkepticizmus több forrásból táplálkozhat: az esetleges kellemetlen közvetlen vagy közvetett tapasztalatokból, a terület felületes ismeretéből, a távoktatással kapcsolatos gyakorlati tapasztalatok hiányából, az utóbbi évek oktatással kapcsolatos, az egyetemet és az állományt kellemetlenül érintő intézkedések hatásaiból. Az előrelépés érdekében a legfontosabb teendő a távoktatás lehetőségeinek gyakorlati példákon keresztül történő, korrekt bemutatása – ami komoly feladatokat ró a belső PR tevékenységgel foglalkozókra. A vélemények formálásában kiemelkedő szerepet kell, hogy játsszon a számítástechnika oktatásban történő legkorszerűbb alkalmazási lehetőségeinek bemutatása, a szükséges programok beszerzése és használatuk intenzív tanfolyamokon történő elsajátításának megszervezése. Rendkívül fontos az oktatók számára nélkülözhetetlen szakmai képességek megszerzéséhez szükséges egyetemi továbbképzési rendszer kialakítása, a távoktatásban megjelenő új oktatói szerepkörök elismertetése, továbbá a feladatok végrehajtásához szükséges erőforrások biztosítása.

IRODALOM

- Kovács I. (1999). Új út az oktatásban? Marketing és menedzsment 1. 17-28.
- Raffai M. (1999). Munkaerőpiaci kihívások a globális információs társadalom küszöbén. Interdiszciplináris, hosszútávra szóló, konvertálható ismeretek. Marketing és menedzsment. Január.
- Siposné Kecskeméthy K. (2004). Új oktatási formák a NATO-ban. Humán Szemle, 1. 40-45.

17/2003. HM KÁT – HVKF együttes intézkedést a hivatásos és szerződéses katonák át- és továbbképzésének megszervezéséről és végrehajtásáról.

<http://www.pfpconsortium.org>

<http://www.adllms.cmil.org>

<http://pfplms.ethz.ch/lms/login/index.cgi>

<http://www.ndc.nato.int/services/adlcourse.html>

<http://www.zmne.hu>

<http://ilearning.oracle.com>

Levelezési cím (*corresponding author*):

Vörös Miklós

ZMNE Távoktatási Koordinációs Központ

1581 Budapest, Pf. 15.

Zrínyi Miklós National Defence University

H-1581 Budapest, Pf. 15.

Tel.: +36-1-432 9000/29 677, +36-30-525 9206; fax: +36-1-432 9081

E-mail: mvoros@zmne.hu



Identification and Analysis of MIMO Systems based on Clustering Algorithm

B. Feil, J. Abonyi, J. Madár, S. Németh, P. Árva

University of Veszprém, Department of Process Engineering, Veszprém, H-8201 P.O. Box 158

ABSTRACT

This paper presents a compact Takagi-Sugeno fuzzy model that can be effectively used to represent MIMO dynamical systems. For the identification of this model a modified Gath-Geva fuzzy clustering algorithm has been developed. The case studies demonstrate that the proposed algorithm can be a useful and effective tool to select the embedding dimension of a dynamical system. This is a key step toward the analysis and prediction of nonlinear and chaotic time-series. The clustering is applied in the reconstruction space defined by the lagged output variables. The main advantage of the proposed solution is that three tasks are simultaneously solved during clustering: selection of the embedding dimension, estimation of the intrinsic (local) dimension, and identification of a model that can be used for prediction. The results were excellent in the case of the analyzed, three and four dimensional systems. Programs and data sets will be available via Internet on our web page <http://www.fmt.vein.hu/softcomp/timeseries>.

(Keywords: MIMO model, clustering algorithm, state-space reconstruction, chaotic time series)

ÖSSZEFOGLALÁS

MIMO modellek identifikációja és analízise csoportosítási algoritmus segítségével

Feil B., Abonyi J., Madár J., Németh S., Árva P.

Veszprémi Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék, Veszprém, 8201 Pf. 158.

Nemlineáris több bemenetű-több kimenetű (MIMO) rendszerek modell-identifikációja fontos és kihívásokkal teli probléma. Fuzzy modellek hatékonyan alkalmazhatók komplex nemlineáris dinamikus rendszerek esetén, de többnyire egy bemenetű-egy kimenetű modellekre találunk példákat az irodalomban. Ez a cikk olyan kompakt Takagi-Sugeno fuzzy modell identifikációját mutatja be, amely dinamikus MIMO rendszereket is képes reprezentálni. Ennek a modellnek az identifikációjához fuzzy csoportosítási algoritmust fejlesztettünk ki. Az esettanulmány mutatja, hogy a javasolt algoritmus hasznos és hatékony eszköz dinamikus rendszerek dimenziójának meghatározásában is. Ez a lépés kulcsfontosságú nemlineáris és kaotikus idősorok analízise és predikciója esetén is. A csoportosítást a kimeneti változók időkéssleltetett tagjai által definiált ún. rekonstrukciós térben alkalmazzuk. A javasolt módszer nagy előnye, hogy három feladatot lehet megoldani a csoportosítás alkalmazásával szimultán módon: a helyes és a lokális dimenzió meghatározását, továbbá a predikcióhoz is használható modell identifikációját. A lokális dimenzió a fuzzy kovariancia mátrixok sajátértékeinek analíziséből becsülhető, míg a helyes állapotér-dimenzió a csoportok által definiált lokális modellek predikciós teljesítménye alapján állapítható meg.

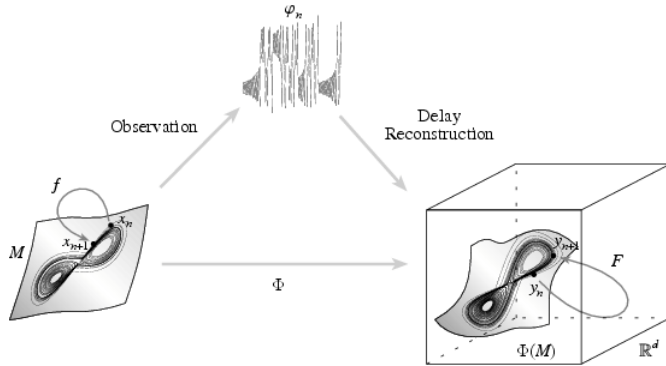
(Kulcsszavak: MIMO modell, csoportosítási algoritmus, állapotér-rekonstrukció, kaotikus idősorok)

INTRODUCTION

Most of the developments in the field of nonlinear dynamics over the past century have assumed that one had a complete description of the dynamical system under consideration. In principle the practical application of these results thus requires the simultaneous measurement of all the state variables. Unfortunately, in many real problems one has only the sketchiest information about what these variables are, and one certainly has no hope of observing them all. Instead, one typically has a time series of one or more observables of the system, whose relationship to the state variables is at best uncertain. Fortunately, a remarkable result discovered by *Takens* some twenty years ago shows in *Takens* (1981) that typically one can reconstruct the dynamics of an unknown deterministic finite-dimensional system from a scalar time series generated by that system.

Figure 1

Overview of delay embedding for deterministic systems



1. ábra: Determinisztikus rendszerek időkélesztett beágyazásának áttekintése

Megfigyelés(1), Időkélesztett rekonstrukció(2)

We denote the state space of our dynamical system as $\mathbf{M}$, which is assumed to be a finite-dimensional compact manifold. We assume that the state of the system at time k , denoted $\mathbf{x}_k \in \mathbf{M}$ evolves according to $\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{f}(\mathbf{x}_k)$. The system is observed using a smooth measurement function $y: \mathbf{M} \rightarrow \mathbb{R}$ giving a scalar time series $y_k = g(\mathbf{x}_k)$. The aim of the so-called method of delays is to reconstruct the state space $\mathbf{M}$ and the dynamics $\mathbf{f}$ from the time series y_k . Because $\mathbf{M}$ is high-dimensional and each component of y_k is only one-dimensional, it is clear that to obtain a suitable state space we need to somehow group different elements of the time series. The most natural (but not the only) way of doing this is to take successive y_k to create a vector:

$$\mathbf{y}_k = [y_k, y_{k-\tau}, \dots, y_{k-\tau(d_c-1)}]^T \quad (1)$$

where τ correspond to the interval on the time series that creates the reconstructed state space (lag time), usually chosen to be the first zero of the autocorrelation function or the first minimum of mutual information. The mutual information between two

measurements is used to measure the generally nonlinear dependence of two variables. The mutual information for two measurements y_n and $y_{n+\tau}$ from the same time series is expressed by

$$I_n(\tau) = \log_2 \left[\frac{P(y_n, y_{n+\tau})}{P(y_n)P(y_{n+\tau})} \right] \quad (2)$$

where the individual probability densities, $P(y_n)$ and $P(y_{n+\tau})$, are equal to the frequency with which the data points y_n and $y_{n+\tau}$ appear in the time series, respectively. The frequency can be obtained directly through tracing the data points in the entire time series. The joint probability density, $P(y_n, y_{n+\tau})$, is obtained by counting the number of times the values of the y_n and $y_{n+\tau}$ pair are observed in the series. Average mutual information is computed for all data points in the following manner:

$$I(\tau) = \sum_{n=1}^{N-\tau} P(y_n, y_{n+\tau}) \log_2 \left[\frac{P(y_n, y_{n+\tau})}{P(y_n)P(y_{n+\tau})} \right] \quad (3)$$

When $P(y_n, y_{n+\tau}) = P(y_n)P(y_{n+\tau})$ such that $I(\tau)$ approaches zero, the data points y_n and $y_{n+\tau}$ are completely independent. In practice the first minimum of the average mutual information function is chosen as the lag time *Adeli* (2003).

The number of components d_e that we use is usually referred to as the *embedding dimension*. Although the data is embedded in a d_e dimensional space, this does not necessarily mean that it fills that space. Sometimes the system defines a nonlinear hyper-surface in which the state variables reside, i.e the tangent space. The dimension of this hyper-surface is often referred as intrinsic, topological or local dimension, d_l . *Takens* proved in *Takens* (1981), that ideal systems (an infinite number of points without noise) converge to the real dimension if $d_e \geq 2d_l + 1$. According to Sauer et. al. $d_e \geq d_l + 1$ in practical cases can be enough to reconstruct the original state space.

CLUSTERING IN THE RECONSTRUCTED SPACE

The bottleneck of the data-driven identification of *Takagi-Sugeno* (TS) models is the identification of the antecedent part (membership functions) of TS models that requires nonlinear optimization. Hence, for this purpose heuristic approaches, like fuzzy clustering methods, are often applied. The aim of this section is to propose a new clustering-based technique for the identification of the fuzzy model presented above.

Problem Formulation

The objective of clustering is to partition the identification data $\mathbf{Y} = [\mathbf{y}_1^T, \dots, \mathbf{y}_N^T]$ into c clusters. The fuzzy partition is represented by the $U = [\mu_{i,k}]_{c \times N}$ matrix, where the $\mu_{i,k}$ element of the matrix represents the degree of membership, how the $\mathbf{y}_k$ observation is in the cluster $i = 1, \dots, c$. Different cluster shapes can be obtained with different kinds of clustering algorithm based on different prototype, e.g., point or linear varieties (FCV) or with different distance measure. Mostly, the *Gustafson-Kessel* clustering algorithm is applied for the identification of TS models *Gustafson* (1979). A drawback of this algorithm is that only clusters with equal volumes can be found and the resultant clusters cannot be directly used to form membership functions. The *Gath* and *Geva* clustering (GG) algorithm does not suffer from these problems *Gath* (1989). *Gath* and *Geva* interpret the data as normally distributed random variables and based on this assumption they worked out an algorithm that is able to

determine the parameters of the clusters, hence the expected value (center) $\mathbf{v}_i$, covariance matrix $\mathbf{F}_i$ and *a priori* probability $p(\eta_i)$ of the i th cluster, $i = 1, \dots, c$ where c is the number of clusters. In *Abonyi* (2002) and *Kim* (1998) it has been shown how antecedent fuzzy sets defined on linearly transformed input variables can be derived from clusters obtained by the GG algorithm. This may, however, complicate the interpretation of the rules.

To form an easily interpretable model that does not use the transformed input variables, a new clustering algorithm has been proposed based on the Expectation Maximization (EM) identification of Gaussian mixture models *Abonyi* (2002). This approach can be extended to the supervised clustering based identification of fuzzy classifiers. The aim of this section is to show how this EM based identification technique can be extended to the identification of MIMO fuzzy models.

Clustering Algorithm

The clustering is based on the minimization of the sum of weighted squared distances between the samples, $(\mathbf{y}_{k+1}, \mathbf{y}_k)$ and the cluster prototypes, η_i .

$$J(\mathbf{Y}, \mathbf{U}, \eta) = \sum_{i=1}^c \sum_{k=1}^N (\mu_{i,k})^m D_{i,k}^2 \quad (4)$$

The basic idea of the proposed algorithm is to define the cluster prototype which contains three terms and inversely proportional to the probability of the data:

$$\frac{1}{D_{i,k}^2} = p(\eta_i) p(\mathbf{y}_k | \eta_i) p(\mathbf{y}_{k+1} | \mathbf{y}_k, \eta_i) = w_i \prod_{j=1}^{d_i} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{(y_{j,k} - v_{i,j})^2}{\sigma_{i,j}^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{1}{2} (\mathbf{y}_{k+1} - \mathbf{A}_i \mathbf{y}_k - \mathbf{b}_i)^T (\mathbf{P}_i)^{-1} (\mathbf{y}_{k+1} - \mathbf{A}_i \mathbf{y}_k - \mathbf{b}_i)\right) \cdot \frac{1}{(2\pi)^{de/2} \sqrt{|\mathbf{P}_i|}} \quad (5)$$

The $p(\mathbf{y}_k | \eta_i)$ distribution is parameterized as Gaussian distributions *Gershenfeld* (1999), and defines the domain of influence of a cluster (so it is based on the $\mathbf{v}_i$ geometrical distance between the cluster center and the $\mathbf{y}_k$ vector). Since the simplicity and interpretability of the model is important, the cluster weighted covariance matrix is reduced to its diagonal elements, $\sigma_{i,j}^2$, which resembles the simplified axis-parallel version of the *Gath-Geva* clustering algorithm *Hoppner* (1999). The third distance term is based on the performance of the local linear models where $\mathbf{P}_i$ is the weighted covariance matrix of the modeling error of the i th local model.

The $\mu_{i,k} = p(\eta_i | \mathbf{y}_{k+1}, \mathbf{y}_k)$ weight denotes the membership of the sample that is generated by the i th cluster

$$p(\eta_i | \mathbf{y}_{k+1}, \mathbf{y}_k) = \frac{p(\mathbf{y}_{k+1}, \mathbf{y}_k | \eta_i) p(\eta_i)}{p(\mathbf{y}_{k+1}, \mathbf{y}_k)} \quad (6)$$

To get a fuzzy partitioning space, the membership values have to satisfy the following conditions:

$$\mathbf{U} \in \mathbf{R}^{c \times N} \mid \mu_{i,k} \in [0,1], \forall i, k; \sum_{i=1}^c \mu_{i,k} = 1, \forall k; 0 < \sum_{k=1}^N \mu_{i,k} < N, \forall i \quad (7)$$

The minimization of the Equation (4) function represents a non-linear optimization problem that is subject to constraints defined by (7) and can be solved by using a variety of available methods. The most popular method, however, is the alternating optimization (AO), which is formulated as follows:

Initialization Given a set of data $\mathbf{Y}$ specify the number of clusters, c , choose a weighting exponent (usually $m=2$) and a termination tolerance $\varepsilon>0$. Initialize the partition matrix (randomly), $\mathbf{U}=[\mu_{i,k}]_{c \times N}$.

Repeat for $l=1,2,\dots$

Step 1 Calculate the parameters of the clusters

- Centers of the membership functions:

$$\mathbf{v}_i^{(l)} = \frac{\sum_{k=1}^N \mu_{i,k}^{(l-1)} \mathbf{y}_k}{\sum_{k=1}^N \mu_{i,k}^{(l-1)}}, 1 \leq i \leq c \quad (8)$$

- Standard deviation of the Gaussian membership function:

$$\sigma_{i,j}^{2(l)} = \frac{\sum_{k=1}^N \mu_{i,k}^{(l-1)} (y_{j,k} - v_{i,j})^2}{\sum_{k=1}^N \mu_{i,k}^{(l-1)}}, 1 \leq i \leq c \quad (9)$$

- Parameters of the local models.

The modeling framework that is based on combining a number of local models, where each local model has a predefined operating region in which the local model is valid is called *operating regime based model* [Murray, (1997)]. This model is formulated as:

$$\mathbf{y}_{k+1} = \sum_{i=1}^c \beta_i(\mathbf{y}_k) \underbrace{(\mathbf{A}_i \mathbf{y}_k + \mathbf{b}_i)}_{f_i} = \sum_{i=1}^c \beta_i(\mathbf{y}_k) [\mathbf{y}_k^T \mathbf{1}] \boldsymbol{\theta}_i^T = \sum_{i=1}^c \beta_i(\mathbf{y}_k) \mathbf{y}_{k+1}^i \quad (10)$$

where the $\beta_i(\mathbf{y}_k)$ function describes the operating regime of the $i=1,\dots,c$ -th local linear models, the local models are defined by the $\boldsymbol{\theta}_i=[\mathbf{A}_i \ \mathbf{b}_i]$ parameter set and using this notation $\mathbf{y}_{k+1}^i = f_i(\mathbf{y}_k, \boldsymbol{\theta}_i)$ is the output of the i th local model. The output of this model is linear in the elements of the $\mathbf{A}_i$ consequent matrices and the $\mathbf{b}_i$ offset vectors. Therefore, these parameters can be estimated from the data by linear least-squares techniques. The N identification data pairs and the truth values of the fuzzy rules are arranged in the following regressor matrix $\mathbf{Y}$ and regressand matrix $\mathbf{Y}_{(+1)}$ where the subscript denotes that these matrices contain the same terms, $\mathbf{y}_k$, just shifted with one sample time.

$$\mathbf{Y} = [\mathbf{y}_1, \mathbf{y}_2, \dots, \mathbf{y}_N] \quad (11)$$

$$\mathbf{Y}_{(+1)} = [\mathbf{y}_2, \mathbf{y}_3, \dots, \mathbf{y}_{N+1}] \quad (12)$$

$$\boldsymbol{\beta}_i = \begin{bmatrix} \beta_i(\mathbf{y}_1) & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \beta_i(\mathbf{y}_2) & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \dots & \beta_i(\mathbf{y}_N) \end{bmatrix} \quad (13)$$

where the elements of the $\boldsymbol{\beta}_i$ matrix are equal to the memberships that the $\mathbf{y}_k$ sample is generated by the i th cluster $\beta_i(\mathbf{y}_k) = \mu_{i,k}^{(l-1)} = p(\eta_i | \mathbf{y}_{k+1}, \mathbf{y}_k)$. By using this notation, the weighted least squares solution of $\boldsymbol{\theta}_i$ is:

$$\boldsymbol{\theta}_i = [\mathbf{Y}^T \boldsymbol{\beta}_i \mathbf{Y}]^{-1} \mathbf{Y}^T \boldsymbol{\beta}_i \mathbf{Y}_{(+1)} \quad (14)$$

- Covariance of the modeling errors of the local models.

$$\mathbf{P}_i = \frac{\sum_{k=1}^N (\mathbf{y}_{k+1} - f_i(\mathbf{y}_k, \boldsymbol{\theta}_i))(\mathbf{y}_{k+1} - f_i(\mathbf{y}_k, \boldsymbol{\theta}_i))^T p(\eta_i | \mathbf{y}_{k+1}, \mathbf{y}_k)}{\sum_{k=1}^N p(\eta_i | \mathbf{y}_{k+1}, \mathbf{y}_k)} \quad (15)$$

- *A priori* probability of the cluster

$$p(\eta_i) = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \mu_{i,k}^{(l-1)} \quad (16)$$

- Weight (impact) of the rules:

$$w_i = p(\eta_i) \prod_{j=1}^n \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma_{i,j}^2}} \quad (17)$$

Step 2 Compute the distance measure $D_{i,k}^2$ by (5).

Step 3 Update the partition matrix

$$\mu_{i,k}^{(l)} = \frac{1}{\sum_{j=1}^c (D_{i,k} / D_{j,k})^{2/(m-1)}}, 1 \leq i \leq c, 1 \leq k \leq N. \quad (18)$$

until $\|\mathbf{U}^{(l)} - \mathbf{U}^{(l-1)}\| < \varepsilon$.

The remainder of this section is concerned with the theoretical convergence properties of the proposed algorithm. Since, this algorithm is a member of the family of algorithms discussed in *Hathaway* (1993), the following discussion is based on the results of *Hathaway* and *Bezdek*. Using Lagrange multiplier theory, it is easily shown that for $D_{i,k} \geq 0$, (18) defines $\mathbf{U}^{(l+1)}$ to be a global minimizer of the restricted cost function (4). From this it follows that the proposed iterative algorithm is a special case of grouped coordinate minimization, and the general convergence theory can be applied for reasonable choices of $D_{i,k}$ to show that any limit point of an iteration sequence will be a minimizer, or at worst a saddle point of the cost function J . The local convergence result in *Bezdek* (1987) states that if the distance measures $D_{i,k}$ are sufficiently smooth and a standard convexity holds at a minimizer $(\mathbf{U}^*, \boldsymbol{\eta}^*)$ of J , then any iteration sequence started with $\mathbf{U}^{(0)}$ sufficiently close to $\mathbf{U}^*$ will converge to $(\mathbf{U}^*, \boldsymbol{\eta}^*)$. Furthermore, the rate of convergence of the sequence will be w-linear. This means that there is a norm $\|\cdot\|$ and constants $0 < \gamma < 1$ and $l_0 > 0$, such that for all $l \geq l_0$, the sequence of errors $\{e^l\} = \{\|\mathbf{U}^{(l)}, \boldsymbol{\eta}^{(l)} - (\mathbf{U}^*, \boldsymbol{\eta}^*)\|\}$ satisfies the inequality $e^{l+1} < \gamma e^l$.

ESTIMATION OF THE LOCAL DIMENSION

The collection of c clusters approximates the tangent space. Hence, the clusters can be approximately regarded as local linear subspaces described by the cluster ellipsoids as shown in *Figure 2*. The smallest eigenvalues λ_{i,d_c} of the cluster covariance matrices $\mathbf{F}_i$ that are typically in orders of magnitude smaller than the remaining eigenvalues *Babuska* (1998), *Abonyi* (2002).

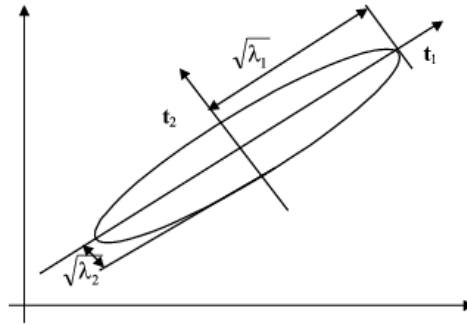
In *Cadzow* (1993) it has been shown that the widely applied minimum description length criterion (MDL) model order selection criterion can be expressed based on the smallest eigenvalues of the data covariance matrix. Applying the approximation that

$N^{1/N} \approx 1$ for large N , one can see that the MDL criterion asymptotically provides the same information as the minimum eigenvalue of the covariance matrix. The utilized fuzzy clustering obtains local linear approximation of the nonlinear system, MDL criterion can be modified for cluster-based model-order estimation by weighting the values of this simplified cost functions calculated from the cluster covariance matrices with the a priori probability of the clusters:

$$J^{de} = \sum_{i=1}^c p(\eta_i) \lambda_{i,\min} \quad (19)$$

Figure 2

Eigenvalues of clusters obtained by GG clustering



2. ábra: A csoportok sajátértékei GG csoportosításban

ESTIMATION OF THE EMBEDDING DIMENSION

In case of the proper number of embedding dimensions, the behavior of the time-series in the reconstruction space can be formulated by a smooth nonlinear function

$$\mathbf{y}_{k+1} = \mathbf{f}_r(\mathbf{y}_k) \quad (20)$$

While it may not be possible to find a model that is universally applicable to describe the unknown $\mathbf{f}_r(\cdot)$ MIMO system, it would certainly be worthwhile to build local linear models for specific operating points of the process and one of these methods is proposed in this paper. The main advantage of this framework is its transparency, because the operating regimes of the local models can be represented by fuzzy sets Babuska (1997). This representation is appealing, since many systems change behavior smoothly as a function of the operating point, and the soft transition between the regimes introduced by the fuzzy set representation captures this feature in an elegant fashion. The proposed fuzzy model can be seen as a multivariable linear parameter varying system model (LPV). As this method forces the local linear models to fit the data locally, it does not give an optimal fuzzy model in terms of a minimal global prediction error, but it ensures that the fuzzy model is interpretable as a Linear Parameter Varying (LPV) system Abonyi (2000).

It has been shown that the clustering algorithm defines a function mapping $\mathbf{y}_{k+1} = \mathbf{f}_r(\mathbf{y}_k)$. If this mapping is similar to the original dynamical system $\mathbf{f}$, it is required that $\mathbf{y}_{k+1} = \mathbf{y}_{p+1}$ whenever $\mathbf{y}_k = \mathbf{y}_p$. In terms of the time series this condition amounts to

$y_{n+de} = y_{p+de}$ whenever $y_k = y_p, \dots, y_{k+de} = y_{p+de}$ and is thus equivalent to the time series being perfectly predictable. In this context one might also ask about the regularity of f_r , i.e. is it continuous, smooth etc? Hence, the embedding dimension is determined by increasing the number of lagged outputs, d_e , and performing the clustering and the analysis of the eigenvalues of the clusters and the one-step ahead prediction model of error.

APPLICATION EXAMPLES AND DISCUSSION

The proposed approach has been tested in several higher dimensional chaotic time-series and gave very convincing results. In every case study 15000 samples were used from variable x to reconstruct the state space, the number of the clusters $c=20$, the termination tolerance $\varepsilon=10^{-4}$ and the weighting exponent $m=2$. All the programs were written in MATLAB.

The first system is Rössler attractor. The following three differential equations define this system:

$$\dot{x} = -(y + z) \quad (21)$$

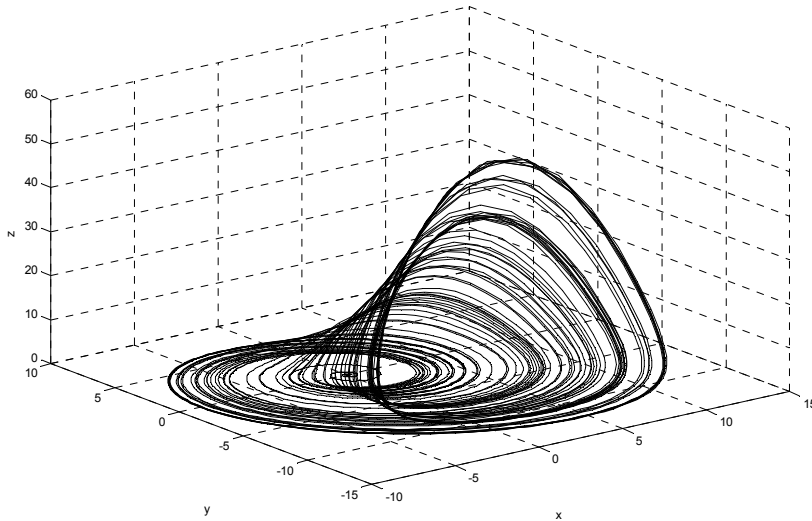
$$\dot{y} = x + ay \quad (22)$$

$$\dot{z} = b + z(x - c) \quad (23)$$

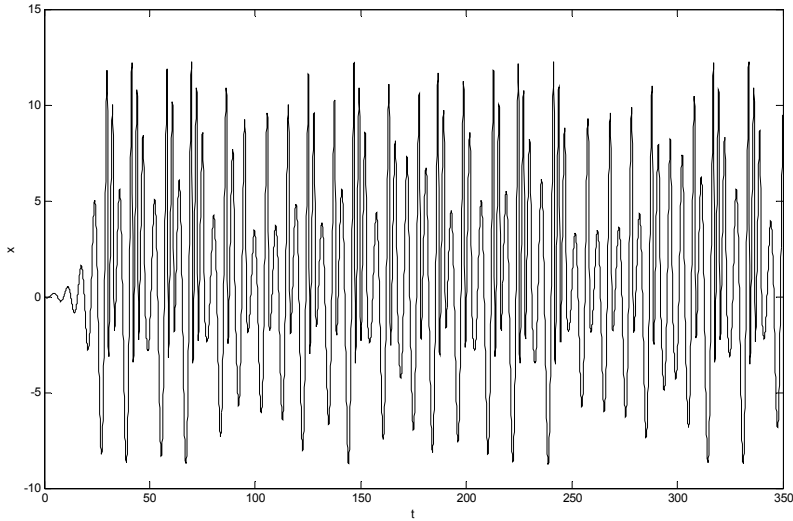
The initial conditions for solution of the differential equations are $x(0)=0$, $y(0)=0$ and $z(0)=0$ and the used parameter values are $a=0.38$, $b=0.3$ and $c=4.5$, following Adeli (2003). Under these conditions the trajectories can be given as depicted in Figure 3. The variable x can be shown in time in Figure 4.

Figure 3

Trajectories in the original state space in case of the Rössler system



3. ábra: Trajektóriák az eredeti állapottérben Rössler rendszerben

Figure 4**The variable x in time in case of the Rössler system***4. ábra: Az x változó alakulása az időben Rössler rendszerben*

The lag time was 20τ in this case where τ is the sampling time $\tau = 0.05$. The lag time was chosen as the first minimum of the average mutual information function.

As *Figure 5* shows, the proposed indices (minimum eigenvalues and prediction errors) form a plot that correctly reflects the dimensionality of the original three dimensional system. Furthermore, the identified model gave excellent prediction performance (see *Figure 6*), the original and the predicted data take the same subspace. Because the model order is determined by finding the number of lagged outputs d_e indices form a table in this dimension. The predicted data depicted in *Figure 6* was given by a free run simulation of 5000 data. It can be seen that the trajectories are similar and the solution is good.

The *second example* in this paper is a four dimensional system published by Yao (2002). The system equations are

$$\ddot{x} = -(\alpha + y^2)x + y \quad (24)$$

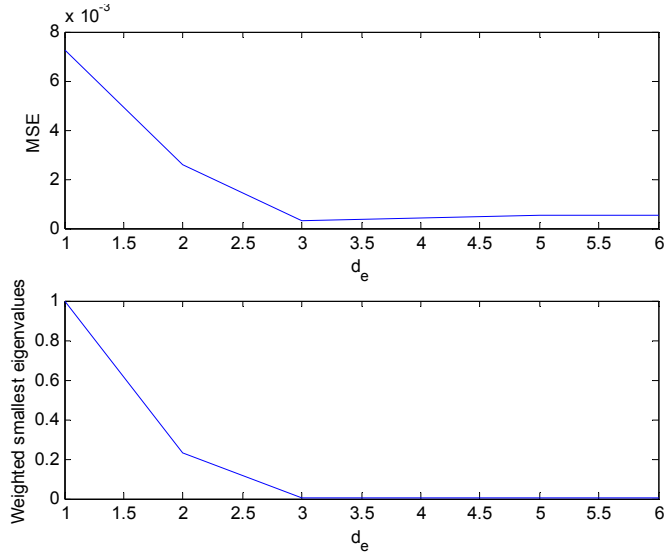
$$\ddot{y} = -(\beta + x^2)y + x \quad (25)$$

When $\alpha = 0.1$, $\beta = 0.101$ and initial conditions $x(0) = 0.1$, $\dot{x}(0) = 0.1$, $y(0) = -0.1$, $\dot{y}(0) = -0.1$, the 4 dimensional system is highly chaotic Yao (2002). The sampling rate was 0.05, and the lag time is 50τ by the average mutual information function.

As *Figure 7* shows the estimated embedding dimension is four, and the local dimension is three based on the weighted smallest eigenvalues (19). In *Figure 8* the first three dimensions of the original (solid line) and the predicted (dashed line) four dimensional data can be seen and the prediction performance is excellent, although the fourth dimension cannot be plotted.

Figure 5

Estimation of the d_e and d_l dimensions of the reconstruction space in case of a three dimensional chaotic system

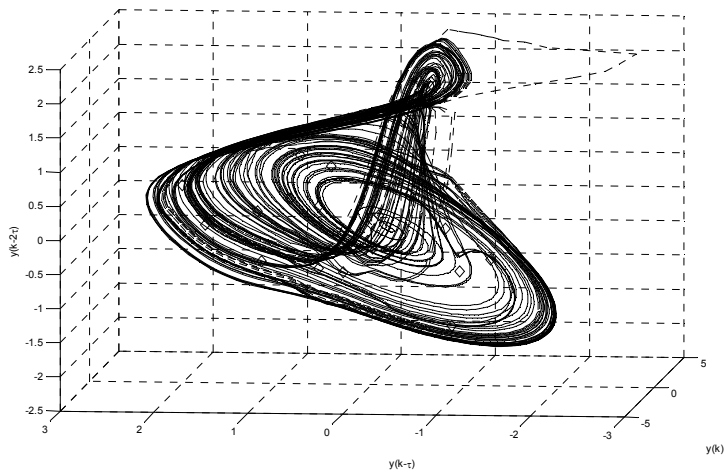


5. ábra: A d_e és d_l dimenziók becslése a rekonstrukciós tér alapján háromdimenziós kaotikus rendszerben

Súlyozott legkisebb sajátértékek(1)

Figure 6

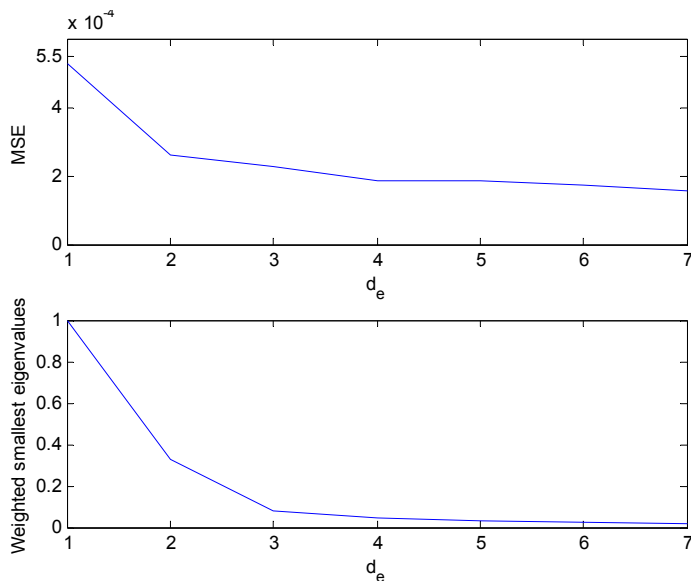
Prediction performance in case of a three dimensional chaotic system



6. ábra: Predikciós teljesítmény háromdimenziós kaotikus rendszerben

Figure 7

Estimation of the d_e and d_l dimensions of the reconstruction space in case of a four dimensional chaotic system

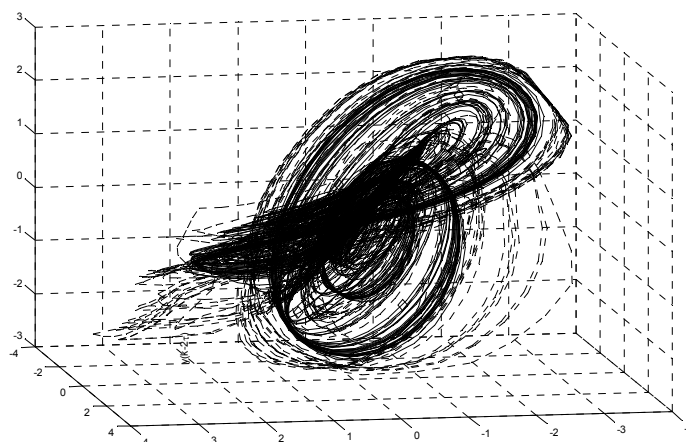


7. ábra: A d_e és d_l dimenziók becslése a rekonstrukciós tér alapján négydimenziós kaotikus rendszerben

Súlyozott legkisebb sajátértékek(1)

Figure 8

Prediction performance in case of a four dimensional chaotic system



8. ábra: Predikciós teljesítmény négydimenziós kaotikus rendszerben

REFERENCES

- Abonyi, J., and Babuska, R. (2000). Local and global identification and interpretation of parameters in Takagi-Sugeno fuzzy models. In *Proceedings IEEE International Conference on Fuzzy Systems*, San Antonio, USA.
- Abonyi, J., and Szeifert, F. (2002) Modified Gath-Geva fuzzy clustering for identification of Takagi-Sugeno fuzzy models. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part B.*, in print.
- Adeli, H., and Jiang, X. (2003). Fuzzy clustering approach for accurate embedding dimension identification in chaotic time series. *Integrated Computer-Aided Engineering*, 10, 287-302.
- Babuska, R. (1998). *Fuzzy Modeling for Control*. Kluwer Academic Publishers, Boston.
- Babuska, R., and Verbruggen, H.B. (1997). Fuzzy set methods for local modeling and identification. In R. Murray-Smith and T. A. Johansen, editors, *Multiple Model Approaches to Nonlinear Modeling and Control*, 75-100. Taylor & Francis, London, UK.
- Bezdek, J.C., Howard, R.E., Wilson, C.A., Windham, M.P., Hathaway, R.J. (1987). Local convergence analysis of a grouped variable version of coordinate descent. *Journal of Optimization Theory and Applications*, 71, 471-477.
- Cadzow, J.A., Liang, G., Wilkes, D.M. (1993). ARMA model order estimation based on the eigenvalues of the covariance matrix. *IEEE Transactions on Signal Processing*, 10, 3003-3009.
- Gath, I., and Geva, I. (1989). Unsupervised optimal fuzzy clustering. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 7, 773-781.
- Gershenfeld, N., Schoner, I.B., Metois E. (1999). Cluster-weighted modelling for time-series analysis. *Nature*, 397, 329-332.
- Gustafson, D.E., and Kessel W.C. (1979). Fuzzy clustering with fuzzy covariance matrix. In *Proceedings of the IEEE CDC*, San Diego, 761-766.
- Hathaway, R.J., and Bezdek, J.C. (1993). Switching regression models and fuzzy clustering. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 1, 195-204.
- Hoppner, F., Klawonn, F., Kruse, R., Runkler, T. (1999). *Fuzzy Cluster Analysis - Methods for Classification, Data Analysis and Image Recognition*. John Wiley and Sons.
- Kim, E., Park, T.M., S. Kim, S. (1998). A transformed input-domain approach to fuzzy modeling. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 6, 596-604.
- Murray-Smith, R., and Johansen, T.A. editors. (1997). *Multiple Model Approaches to Nonlinear Modeling and Control*. Taylor & Francis, London, UK.
- Takagi, T., and Sugeno, M. (1985). Fuzzy identification of systems and its application to modeling and control. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 1, 116-132.
- Takens, F. (1981). Detecting strange attractor in turbulence. Rand, D.A., Young, L.S. (Eds.), *Dynamical Systems and Turbulence*, Springer, Berlin, 366-381.
- Yao, W. (2002). *Improving Security of Communication via Chaotic Synchronization*. Phd thesis, the University of Western Ontario.

Corresponding author (*levelezési cím*):

János Abonyi

University of Veszprém, Department of Process Engineering

H-8201 Veszprém, P.O.Box 158

Veszprémi Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék

8201 Veszprém, Pf. 158.

Tel.: +36-88-624 209, fax: +36-88-624 171

E-mail: abonyij@fmt.vein.hu



New Approaches to the Identification of Semi-mechanistic Process Models

J. Madár, J. Abonyi, F. Szeifert

University of Veszprém, Department of Process Engineering, P.O. Box 158, H-8201, Hungary

ABSTRACT

In process engineering, first-principles models derived from dynamic mass, energy and momentum balances are mostly used. When the process is not perfectly known, the unknown parts of the first principles model should be represented by black-box models, e.g. by neural networks. This paper is devoted to the identification and application of such hybrid models. For the identification of the neural network elements of a hybrid model two methods are investigated in this article: back-propagation algorithm and direct optimization. We study three optimization algorithms: Sequential Quadratic Programming, Evolutionary Strategy and Particle Swarm Optimization. The different algorithms are compared in a case study, the baker's yeast production process.

(Keywords: Hybrid models, Artificial Neural Networks, Baker's yeast fermentation)

ÖSSZEFOGLALÁS

Új módszerek a szemi-mechanisztikus modellek identifikációjára

Madár J., Abonyi J., Szeifert F.

Veszprémi Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék, Veszprém, 8201 Pf. 158.

A folyamatmérnöki gyakorlatban a tömeg-, energia- és impulzusmérlegen alapuló fehér-doboz modellek terjedtek el. Ha azonban a folyamat teljes egészében nem ismert, akkor az ismeretlen részeket fekete-doboz modellekkel kell leírni. Erre különösen alkalmas a mesterséges neurális hálózat. Ennek a munkának a célja olyan módszerek bemutatása, amik alkalmasak az ilyen hibrid nemlineáris modellek identifikációjára. Ebben a cikkben két identifikációs módszert vizsgáltunk meg: a back-propagation algoritmust és a direkt optimalizációt. Megvizsgáltuk a legelterjedtebb nemlineáris optimalizáló technikák használhatóságát, mint a klasszikus Sequential Quadratic Programming, Evolutionary Strategy és a Particle Swarm Optimization. Ezeket a technikákat egy alkalmazási példán keresztül mutatjuk be, amiben a kenyérflesztő fermentációs eljárást modelleztük.

(Kulcsszavak: hibrid modellek, neurális hálózatok, kenyérflesztő fermentációs eljárás)

INTRODUCTION

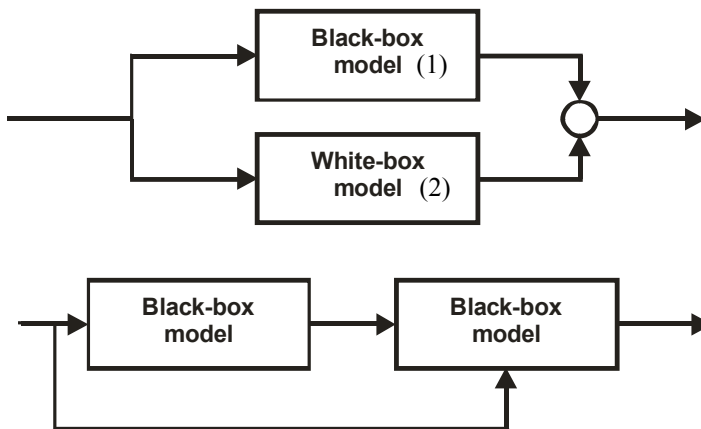
In process engineering two main classes of modeling methods exist: 1. *white-box* or *first principle* modeling (Hangos, 2001), 2. *black-box* modeling (Sjöberg, 1995). In chemical engineering, first-principles models derived from dynamic mass, energy and momentum balances are mostly used. But the application of first principle models can fail because sometimes the model parameters are not known, or the state variables of the process cannot be measured or we do not know the process well. In these cases the data-driven

black-box modeling strategy should be used instead of the white box strategy. Unfortunately, completely data-driven black-box identification techniques often yield unrealistic models (Abonyi, 1999). This is typically due to an insufficient information content of the identification data and due to overparameterization of the models. Another disadvantage is the non-scalability of black box models, i.e., one has to collect new training-data when the process is modified.

Due to the given drawbacks, combinations of *a priori* knowledge with black-box modeling techniques are gaining considerable interest. Two different approaches can be distinguished: *grey box* modeling and *semi-mechanistic* modeling. In a *grey box* model, a priori knowledge or information enters the black-box model as constraints on the model parameters or variables, smoothness of the system behavior, or open-loop stability (Tulleken, 1993). A major drawback of this approach is that it may suffer from the same drawbacks as the black-box model, i.e. no extrapolation is possible and time-varying processes remain a problem. One may also start by deriving a model based on first-principles and then include black-box elements as parts of the white-box model frame (Thompson, 1994 and Psichogios, 1992). This modeling approach is usually denoted as *hybrid-modeling* or *semi-mechanistic modeling*. The latter term is used in the sequel because the first one is rather confusing with other methods. Johansen (Johansen, 1994) describes various techniques to incorporate knowledge into black-box models. Thompson and Kramer (Thompson, 1994) used the so-called parallel approach of semi-mechanistic modeling, see Figure 1. Here, the error between the data and the white-box model is represented by a neural network. They also describe the serial approach where a neural network is used to model unknown parameters. Several authors applied hybrid models for the modeling of biotechnological systems (Simutis, 1997 and Psichogios, 1992).

Figure 1

Parallel and serial combinations of white and black box models



1. ábra: Párhuzamos és soros kombinációja a fehér és fekete doboz modelleknek

Fekete doboz modell(1), Fehér doboz modell(2)

In this paper, we focus on *serial semi-mechanistic* models where an *artificial neural network* is used to represent, in a mechanistic sense, difficult-to-model parts of our

system. The application of neural networks is also a well studied idea, as data based modeling offers an alternative to rigorous modeling based on physical principles. This hybrid modeling approach includes the following steps:

- Design the structure of the hybrid model.
- Design the structure of the black-box element (neural network) of the hybrid model.
- Make experiments on the modeled plant; collect input-output process data.
- Train the black-box element for the dynamics of the plant based on the measurements (identification of black-box element).

The aim of this work is to show how the neural networks can be efficiently incorporated into the semi-mechanistic modeling environment and to propose new approaches for identification of neural networks. We propose two methods for identification of hybrid models: the back-propagation algorithm and the direct optimization technique. As the classical identification of the neural network should be based on input-output process data and the neural network is incorporated into a differential equation system, the identification of neural network is not an easy task. In this paper, it will be shown how the proposed methods can be applied for identifying a hybrid-model. Three optimization algorithms will be presented and compared in the paper: the classical Sequential Quadratic Programming (SQP), the Evolutionary Strategy (ES) and the Particle Swarm Optimization. The hybrid modeling and the identification techniques are illustrated on an application example where we model the baker's yeast production process.

HYBRID MODELS BASED ON NEURAL NETWORKS

The advantage of white box models is that they have the capability to explain the underlying mechanistic relationships of the process. These models are, applicable independently of the process scale to a certain extent. Furthermore, these models are easy to modify or extend by changing parts of the model. Generally, models of lumped process systems in chemical engineering are formulated in a form of differential equations:

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}} &= f(\mathbf{x}, u) \\ y &= h(\mathbf{x})\end{aligned}\tag{1}$$

where $\mathbf{x}$ is the state-variable vector, y is the output, u is the input (we assume single input - single output systems). These differential equations are formulated by macroscopic balance equations, for instance, mass or energy balances. These balances are based on conservation principle that leads to differential equations written as

$$\left[\begin{array}{c} \text{accumulation} \\ \text{of } x \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{inflow} \\ \text{of } x \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{outflow} \\ \text{of } x \end{array} \right] + \left[\begin{array}{c} \text{amount of} \\ x \text{ generated} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{amount of} \\ x \text{ consumed} \end{array} \right]\tag{2}$$

where x is a certain conserved extensive quantity, for example mass or energy.

In a practical situation, the construction of white-box models can be difficult because the underlying mechanisms may not be completely clear, experimental results obtained in the laboratory do not carry over to practice, or parts of the white-box models are in fact not known. This means that sometimes not all of the terms in (2) are exactly or even partially known. In semi-mechanistic modeling, black-box models, like neural networks, are used to represent the otherwise difficult-to-obtain parts of the model. One of the advantages of the semi-mechanistic modeling strategy to the black-box modeling is that it seems to be more promising with respect to extrapolation properties (Can, 1996). Usually, the reaction rates (the amount of generated and consumed materials in

chemical reactions) and the thermal effects (e.g. reaction heat) are especially difficult to model, but the first two transport terms (inlet and outlet flows) in (2) can be obtained easily and accurately. Hence, in the modeling phase it reveals which parts of the first principles model are easier and which are more laborious to obtain and often we can get the following hybrid model structure:

$$\begin{aligned}\dot{\mathbf{x}} &= \mathbf{f}_{HYB}(\mathbf{x}, u, \mathbf{f}_{NN}(\mathbf{z}, \boldsymbol{\theta})) \\ y &= h(\mathbf{x})\end{aligned}\quad (3)$$

where $\mathbf{x}$, u and y denote state vector, manipulated input and output of the system; $\mathbf{f}_{NN}$ is the black-box element of the model which models the “difficult-to-model” part of the system; the $\mathbf{z}$ and $\boldsymbol{\theta}$ are input vector and parameter set of $\mathbf{f}_{NN}$.

In this paper, the black box element is represented by a feed-forward multi-input multi-output neural network with one hidden layer. The neurons of hidden layer have *tanh* activation functions, the neurons of output layer have linear functions:

$$\mathbf{f}_{NN}(\mathbf{z}, \boldsymbol{\theta}) = \mathbf{W}_2 \tanh(\mathbf{W}_1 \mathbf{z} + \mathbf{b}_1) + \mathbf{b}_2 = \sum_{j=1}^{nn} (\mathbf{w}_{2j} \tanh(\mathbf{w}_{1j} \mathbf{z} + b_{1j})) + \mathbf{b}_2 \quad (4)$$

where nn is the number of hidden neurons, $\mathbf{z} = [z_1, \dots, z_{n_i}]^T$ is the input of network, $\mathbf{W}_1$ is the weight matrix of hidden layer, $\mathbf{b}_1$ is the bias vector of hidden layer, $\mathbf{W}_2$ is the weight matrix of output layer, $\mathbf{b}_2$ is the bias vector of output layer. $\boldsymbol{\theta}$ contains all of the parameters: $\boldsymbol{\theta} = \{\mathbf{W}_1, \mathbf{w}_2, \mathbf{b}_1, \mathbf{b}_2\}$. The number of output neurons of the neural network is determined by the structure of hybrid model and by the modeler.

IDENTIFICATION OF NEURAL NETWORKS OF HYBRID MODELS

The identification of neural networks, so-called training of neural networks, means determining the parameters of networks. The classical algorithm for training is the back propagation algorithm which uses a training input-output data. We propose another method, the direct optimization technique. For direct optimization several optimization algorithms can be applied; in this article the Evolutionary Strategy or Particle Swarm Optimization will be presented.

Back-propagation algorithm

The classical back-propagation algorithm uses a given input-output data set (training data set) in such a way that the sum of the squared deviations,

$\mathbf{V}_N = \frac{1}{2N} \sum_{k=1}^N (y(k) - \hat{y}(k))^2$ between the predicted output of the network (from the training input data) and the corresponding training output data becomes minimal. The usual way to minimize $\mathbf{V}_N$ is to use gradient procedures, like Gauss-Newton algorithm. Weights in the i -th step of this iterative process are changed in the direction of gradient (for single output neural network):

$$\begin{aligned}\boldsymbol{\theta}^{i+1} &= \boldsymbol{\theta}^i - \mu \mathbf{R}_i^{-1} \mathbf{V}'_N \\ \mathbf{R}_i &= -\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \mathbf{j}(k, \boldsymbol{\theta}) \mathbf{j}^T(k, \boldsymbol{\theta}) \\ \mathbf{V}'_N &= -\frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \mathbf{j}(k, \boldsymbol{\theta}) (f_{NN}(k) - \hat{f}_{NN}(k))\end{aligned}\quad (5)$$

$$\mathbf{j}(k, \boldsymbol{\theta}) = \frac{\partial f_{NN}(k)}{\partial \boldsymbol{\theta}} \quad (6)$$

where $f_{NN}(k)$ is the output of network for the k -th data point, $\hat{f}_{NN}(k)$ is the corresponding desired (measured) output, N is the number of data points, $\boldsymbol{\theta}$ is the parameter vector of network.

The disadvantage of this algorithm is that the neural network is incorporated into the hybrid model (3), so the $\mathbf{x}$ state variables of the system can be measured directly instead of the desired network output. Hence to apply this algorithm, one must estimate the corresponding desired outputs from the measurement:

$$\hat{f}_{NN}(k) = f_{HYB}^{-1}(\mathbf{x}(k), u(k), \dot{\mathbf{x}}(k)) \quad (7)$$

where $\mathbf{x}(k)$ and $u(k)$ are the k -th measured state variable vector and manipulated input. The $\dot{\mathbf{x}}(k)$ is the derivative $\mathbf{x}(k)$, and it can be calculated from the measurement, e.g. using Euler discretization: $\dot{\mathbf{x}}(k) = (\mathbf{x}(k+1) - \mathbf{x}(k))/T_0$. Certainly, if the T_0 sampling time is large and/or there is relatively high measurement noise, the performance of the whole algorithm will decrease because the neural network will be trained to estimate the average reaction rates over sampling periods. The accuracy of the algorithm can be improved by generating new data points by an interpolation algorithm, e.g. linear interpolation or cubic-spline interpolation.

The advantage of this algorithm is that it is fast, so this algorithm can be used for generating initial points for slower direct optimization algorithms, which will be presented in the following subsections.

Direct optimization of neural network parameters

The identification of the neural network parameters can be formulated as a classical optimization problem, where the optimization goal is to minimize the square error between measured output and the hybrid model output:

$$\min_{\boldsymbol{\theta}} \sum_{k=1}^N \|\hat{\mathbf{y}}(k) - \mathbf{y}(k)\| \quad (8)$$

where $\mathbf{y}(k)$ is the output of (3) hybrid model at the k -th time instant, $\hat{\mathbf{y}}(k)$ is the measured output of system in the k -th time instant, N is the number of data points. The hybrid model output can be calculated in *n-step ahead* mode. Certainly, if one chooses $n=N$, the *n-step ahead* mode will be equal to *free-run mode*; and if one chooses $n=1$, it will be equal to *one-step ahead* mode. If one has few measurement point, the one-step ahead mode is recommended, but if there is a large measurement noise, bigger n values may be better. In the application example, the free-run mode was used. There are several optimization algorithms which can be used in this method. In this article we investigated three algorithms: Sequential Quadratic Programming (SQP), Evolutionary Algorithms (ES) and Particle Swarm Optimization (PSO). In the following the ES and PSO algorithms will be presented.

Evolutionary Strategy (ES)

The Evolutionary Strategy (Rechenberg, 1973, Spears, 1993) is an Evolutionary Algorithm (EA). EAs work with a population of potential solutions to a problem, where each individual within the population represents a particular solution. Every individual has a fitness value which expresses how good the solution is at solving the problem. Table 1 outlines this optimization algorithm.

Table 1

Evolutionary algorithm

```

procedure EA (1);      {
    Initialize population (2);
    Evaluate all individuals (3);
    while (not terminate) do (4)      {
        Select individuals (5);
        Create offspring from selected individuals (6)
            using Recombination and Mutation (7);
        Evaluate offspring (8);
        Replace some old individuals by some offspring (9);
    }
}
    
```

1. táblázat: Evolúciós algoritmus

Eljárás EA(1), Kezdeti populáció generálása(2), Összes egyed Fitness-értékének kiszámítása(3), ciklus amíg(nem leállási-feltétel)(4), Egyedek kiválasztása(5), Új egyedek generálása a kiválasztottakból(6), Rekombináció és mutáció operátorral(7), Összes egyed Fitness-értékének kiszámítása(8), Régi egyedek kicserélése az új egyedekkel(9)

A population of individuals is randomly initialized and then evolved from generation to generation by repeated applications of evaluation, selection, mutation and recombination. In the selection step, the algorithm selects the parents of the next generation. After the selection of the individuals, the new individuals of the next generation (also called offspring) are created by recombination and mutation. The recombination (also called crossover) exchanges information between two selected individuals to create one or two new offspring. The mutation operator makes small, random changes to the individual. The final step of the evolutionary procedure is the replacement, when the new individuals are inserted into the new population. Once the new generation has been constructed, the processes that result in the subsequent generation of the population are begun once more.

The individuals in ES are represented by n -dimensional vectors, often referred to as object variables. To allow for a better adaptation to the particular optimization problem, the object variables are accompanied by a set of the so-called strategy variables. Hence, an individual $\mathbf{a}_j$ consists of two components, the object variables $\mathbf{x}_j$, and strategy variables $\boldsymbol{\sigma}_j$.

As mutation operator normally distributed random numbers are added to the individuals:

$$x_{j,i} = x_{j,i} + N(0, \sigma_{j,i}) \quad (9)$$

Before the update of the object variables, the strategy variables are also mutated using a multiplicative normally distributed process:

$$\sigma_{j,i}^{(t)} = \sigma_{j,i}^{(t-1)} \exp(\tau' N(0,1) + \tau N_i(0,1)) \quad (10)$$

with as a global factor which allows an overall change of the mutability and allowing for individual changes of the mean step sizes. The parameters can be interpreted in the sense of global learning rates. Schwefel (1995) suggests setting them as

$$\tau' = \frac{1}{\sqrt{2n}} \quad \tau = \frac{1}{\sqrt{2}\sqrt{n}} \quad (11)$$

Recombination in ES can be either sexual (local), where only two parents are involved in the creation of an offspring, or global, where up to the whole population contributes to a new offspring. Traditional recombination operators are discrete recombination, intermediate recombination, and geometric recombination, all existing in a sexual and global form. When F and M denote two randomly selected individuals from the μ parent population, the following operators can be defined:

$$x'_i = \begin{cases} x_{F,i} & \text{no recombination} \\ x_{F,i} \text{ or } x_{M,i} & \text{discrete} \\ (x_{F,i} + x_{M,i}) / 2 & \text{intermediate} \\ \sum_{k=1}^{\mu} x_{k,i} / \mu & \text{global average} \end{cases}$$

$$\sigma'_i = \begin{cases} \sigma_{F,i} & \text{no recombination} \\ \sigma_{F,i} \text{ or } \sigma_{M,i} & \text{discrete} \\ (\sigma_{F,i} + \sigma_{M,i}) / 2 & \text{intermediate} \\ \sum_{k=1}^{\mu} \sigma_{k,i} / \mu & \text{global average} \end{cases} \quad (12)$$

The selection is stochastic in the ES. First we chose the best μ individuals to be parents, and then we select the parent-pairs uniformly randomly from these individuals.

Particle Swarm Optimization (PSO)

The particle swarm concept originated as a simulation of a simplified social system. The original intent was to graphically simulate the choreography of a bird flock or a fish school. However, it was found that a particle swarm model can be used as an optimizer. Suppose the following scenario: a group of birds are randomly searching food in an area. There is only one piece of food in the area being searched. All the birds do not know where the food is. But they know how far the food is. So what's the best strategy to find the food? The effective one is to follow the bird which is nearest to the food. Particle swarm optimization (PSO) is based on this scheme. This stochastic optimization technique has been developed by Kennedy (1995) and Eberhart (1998). In PSO, the potential solutions, called particles, fly through the problem space by following the current optimum particles. All of the particles have fitness values which are evaluated by the fitness function to be optimized, and have velocities which direct the flying of the particles.

PSO is initialized with a group of random particles (solutions) and then searches for optima by updating generations. In every iteration, each particle is updated by following two "best" values. The first one is the best solution (fitness) it has achieved so far. (The fitness value is also stored.) This value is called pbest. Another "best" value

that is tracked by the particle swarm optimizer is the best value, obtained so far by any particle in the population. This best value is a global best and called gbest.

When a particle takes part of the population as its topological neighbors, the best value is a local best and is called lbest.

$$\begin{aligned} \mathbf{v}_j(k+1) &= w \cdot \mathbf{v}_j(k) + c_1 \cdot \text{rand}() \cdot (\mathbf{x}_{pbest} - \mathbf{x}_j(k)) + c_2 \cdot \text{rand}() \cdot (\mathbf{x}_{gbest} - \mathbf{x}_j(k)) \\ \mathbf{x}_j(k+1) &= \mathbf{x}_j(k) + \mathbf{v}_j(k+1) \cdot dt \end{aligned} \quad (13)$$

where $\mathbf{v}$ is the particle velocity, present is the current particle (solution), pbest and gbest are defined as stated before, $\text{rand}()$ is a random number between $[0,1]$, c_1, c_2 are learning factors usually $c_1 = c_2 = 2$. Table 2 shows the pseudo code of the PSO algorithm.

Table 2

PSO algorithm

```

procedure PSO (1); {
    Initialize particles (2);
    while (not terminate) do (3){
        for each particle (4){
            Calculate fitness value (5);
            if fitness < pBest than pBest = fitness (6);
        }
        Choose the best particle as the gBest (7);
        for each particle (8){
            Calculate particle velocity (9);
            Update particle position (10);
        }
    }
}

```

2. táblázat: PSO algoritmus

Eljárás PSO(1), Kezdeti részecskék generálása(2), Ciklus amíg(nem leállási-feltétel)(3), Mindegyik részecskére(4), Fitness-érték számítása(5), Ha fitness < pBest Akkor pBest = fitness(6), A legjobb részecske kiválasztása, mint gBest(7), Mindegyik részecskére(8), Részecske sebesség-vektorának számítása(9), Részecske helyének módosítása(10)

The role of the, w , inertia weight in (13), is considered critical for the PSO's convergence behavior. The inertia weight is employed to control the impact of the previous history of velocities on the current one. A large inertia weight facilitates global exploration (searching new areas), while a small one tends to facilitate local exploration, i.e. fine-tuning the current search area. In this work, we used a compromise solution: the weight parameter linearly decreased during the optimization from a maximum value to a minimum value.

The ES and PSO have several tuning parameters. The Table 3 shows the parameters which we used in this work.

Table 3

ES and PSO parameters

	Parameter	Value/Setting(10)
ES:	Population size(1)	40
	Number of parents(2)	10
	Selection / Replacement(3)	$(\mu + \lambda)$
	Recombination of design variables(4)	Discrete sexual(5)
	Recombination of strategy variables(6)	Intermediate sexual(7)
	τ'	$\frac{1}{\sqrt{2n}}$
PSO:	τ	$\frac{1}{\sqrt{2n}}$
	Population size(1)	30
	$c1$	2
	$c2$	2
	w at the start(8)	0.95
	w at the end(9)	0.4

3. táblázat: ES és PSO paramétereit

Populáció mérete(1), Szülők száma(2), Kiválasztás/kicserélés(3), Tervezési változók rekombinációja(4), Diszkrét szexuális(5), Stratégiai változók rekombinációja(6), Köztes (átlagoló) szexuális(7), w az első iterációban(8), w az utolsó iterációban(9), Érték/Típus(10)

APPLICATION EXAMPLE

This example is based on the baker's yeast production process. The model (Oliveria, 2004) considers three pathways for carbon source utilization that may be lumped together into three macroscopic reactions. The model of the system is the following:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} X \\ S \\ E \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ -k_1 & -k_2 & 0 \\ 0 & k_3 & -k_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mu_S^O \\ \mu_S^R \\ \mu_E^O \end{bmatrix} - D \begin{bmatrix} X \\ S \\ E \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ DS_{in} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (14)$$

where X , S , E are the biomass, sugar and ethanol concentration, and the μ_S^O , μ_S^R and μ_E^O are the reaction kinetics (see Oliveria, 2004). The bioreactor operates in fed-batch, the dilution rate $D = F/V$, and the volume balance is: $dV/dt=F$. The X and S initial concentrations were generated uniformly randomly: $X(0)=0-1$ g/l, $S(0)=0-2$ g/l, the initial ethanol concentration and volume were $E(0)=1$ g/l and $V(0)=1$ l. The feed rate was generated from the uniform distribution in the range of 0-1 l/h with 2 h frequency. The feed sugar concentration was $S_{in}=50$ g/l, the oxygen concentration is controlled 0,1 g/l.

This reaction kinetic of baker's yeast fermentation process is difficult, so we assumed that it is not known. Hence in this example, the first principle model was used as a 'real' plant, but for modeling of the process we consider the application of a hybrid

model. Because the critical part of the model is the chemical reaction, we constructed a hybrid model, where the chemical reaction is modeled by neural network:

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} X \\ S \\ E \end{bmatrix} = \mathbf{f}_{NN}(\mathbf{z}) - D \begin{bmatrix} X \\ S \\ E \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ DS_{in} \\ 0 \end{bmatrix} \quad (15)$$

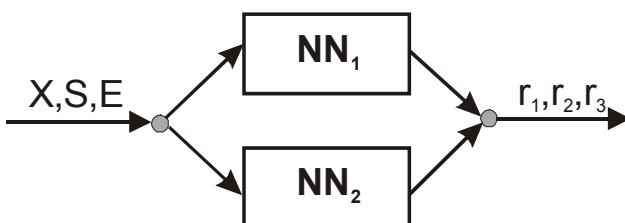
where the output neural network is a vector of calculated reaction rates. The input of neural network is the current biomass, sugar and ethanol concentrations $\mathbf{z} = [X(k), S(k), E(k)]$. The neural network (NN) was a feed-forward network and it consists of five hidden layer nodes with tangent sigmoid transfer functions, and three output layer node with linear transfer function.

It is well known that during the fermentation process, the reaction kinetic can switch between aerobic and fermentative metabolic states. Hence we applied two NNs, one for fermentative metabolic state and one for aerobic. In the first-principle model, the fermentative state changes to the aerobic state when the sugar uptake rate becomes smaller than the oxygen uptake rate. But this relationship can not be used in the hybrid model, because we assume that we do not know the reaction kinetics. But we know that the oxygen concentration is controlled during the process, so the type of metabolic state depends on sugar concentration. Hence we choose the simple rule for the hybrid model: if the sugar concentration is bigger than 0.05 g/l, then the first neural network is used, and if it is smaller, the other neural network is used, see Figure 2. (The 0.05 g/l is an approximately value, which can be estimated from the experiments.)

Figure 2

Structure of neural networks for the application example

If: $S > 0.05$ g/l than NN_1 else NN_2



2. ábra: A neurális hálózat modell struktúrája az alkalmazási példában (Ha $S > 0,05$ g/l, akkor NN_1 , különben NN_2)

For the training of NNs, four different data-sets were used. These data-sets contained measurement data of 20 experiments of simulated plant. Every experiment took 18 hours long, and these experiments were different in initial concentrations and the inlet flow-rate profiles. The four data-sets:

- Data-set 1: sample time is 1 hour, the relative measurement noise level is 0%
- Data-set 2: sample time is 1 hour, the relative measurement noise level is 5%
- Data-set 3: sample time is 2 hour, the relative measurement noise level is 0%
- Data-set 4: sample time is 2 hour, the relative measurement noise level is 5%

The measurement noise was generated from normally distributed pseudo random numbers. The performances of identified hybrid models were measured by mean-absolute-error between 'real' X, S and E concentration trajectories and the estimated trajectories by hybrid models (in free-run mode). The performance values were calculated based on two independent experiments, which were different from the 20 training experiments.

Table 4**Estimation error by identified hybrid models (Back-propagation method)**

	Data set(1)			
	1	2	3	4
No interpolation(2)	0.41	0.29	1.12	2.85
Linear interpolation(3)	0.22	0.28	0.74	0.84
Spline interpolation(4)	0.14	0.27	2.73	2.63

Remark (*megjegyzés*): In free-run mode. (*Szabad futású szimulációval.*) Mean absolute error of concentrations (g/l). (*A koncentrációk átlagos abszolút hibája (g/l).*)

4. táblázat: Az identifikált hibrid-modell becslési hibája (direkt optimalizálással)

Adat halmaz(1), Nincs interpoláció(2), Lineáris interpoláció(3), Spline interpoláció(4)

Table 5**Estimation error by identified hybrid models (Direct optimization method)**

	Data set(1)			
	1	2	3	4
SQP	0.10	0.10	0.31	0.26
ES	0.14	0.27	0.74	0.84
PSO	0.14	0.27	0.74	0.84

Remarks (*megjegyzés*): In free-run mode. (*Szabad futású szimulációval.*) Mean absolute error of concentrations (g/l). (*A koncentrációk átlagos abszolút hibája (g/l).*) The result of the ES and PSO are the same as the initial points of them (from back-propagation). (*Az ES és a PSO algoritmusok nem konvergáltak, így nem volt eredményük.*)

5. táblázat: Az identifikált hibrid-modell becslési hibája (direkt optimalizálással)

Adat halmaz(1)

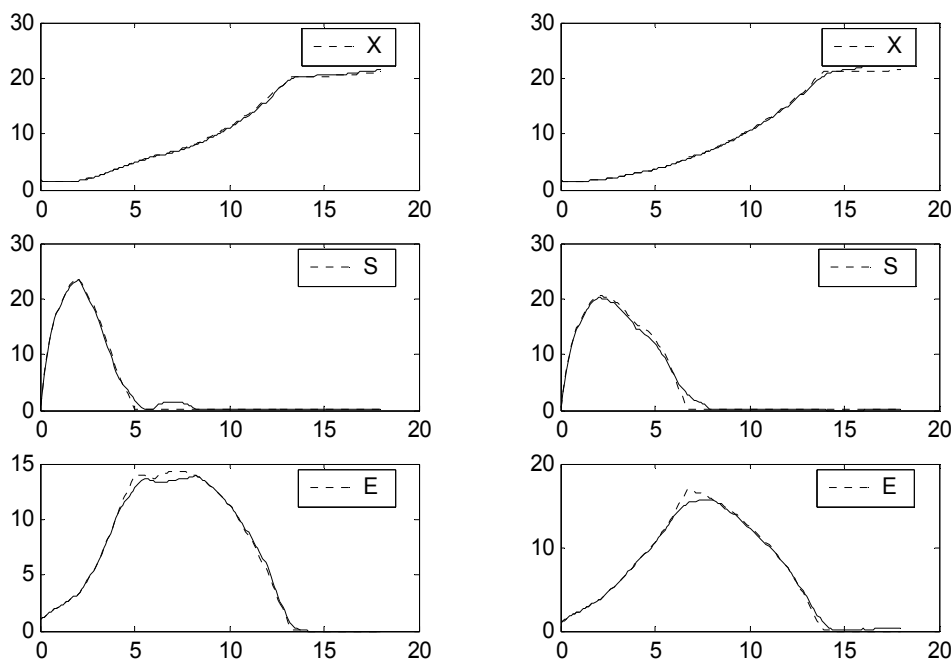
Table 4 shows some comparisons of the numerical results of back-propagation training algorithm without interpolation, with linear interpolation and with cubic spline interpolation. In the first case, there was not interpolation, so the training data only contained the measurement data (with 1 or 2 hour sample time). In the second and third case, we applied interpolation algorithms to estimate the X, S, and E concentration values at every 0.1 hour, so the training data contained not only the measurement data, but the interpolated values too. The initial point (initial weights of neural networks) was

generated randomly, and we maximized the number of iterations to 100, which was enough for the algorithm to converge into a local minima.

The numerical results show that when the sample time is not too large (1 h), the spline interpolation is the best technique, but when the sample time is large (2 h) the linear interpolation is the best. The reason for this is that when the sample time is large, there are few data points and the spline approximation became too inaccurate even compared to linear approximation. An example for the hybrid modeling result can be seen on Figure 3.

Figure 3

Free-run simulation result of a hybrid model



Dotted line (szaggatott vonal): real conc. trajectories (koncentrációk), Solid line (sima vonal): hybrid model output (hibrid modell eredménye), X: biomass (biomassza), S: sugar (cukor), E: ethanol conc. (g/l), (Back propagation – linear interpolation, Data set 1) (Hiba-visszaterjesztés – Lineáris interpoláció, 1. Adat halmaz)

3. ábra: Hibrid modell szabad futású szimulációs eredménye

Table 5 shows the numerical results of direct optimization methods. The initial point for the direct optimization algorithms were the resulted hybrid model by back-propagation algorithms with spline interpolation (Data set 1 and 2) and linear interpolation (Data set 3 and 4). Because the direct optimization is slow, we maximized the number of function evaluations in 4000. Unfortunately, the ES and PSO algorithm was not able to find a better solution than the initial point. The reason for this is that the problem space is very large; the number decision variables is 76 (summary the two neural network have 76

parameters). The SQP algorithm was able to optimize the parameters of neural networks, and finally the resulted hybrid models had the ability to model the process very well.

CONCLUSIONS

In chemical and biochemical engineering the white-box modeling method is widely used. But sometimes the process is not perfectly known. To avoid this difficulty, the unknown parts of the first principles model can be represented by black-box models, e.g. by neural networks. This paper is devoted to the identification and application of such hybrid models. For the identification of the neural network elements of the hybrid model two main methods are investigated: back-propagation algorithm and direct optimization by SQP, ES or PSO. These methods are illustrated in a case-study: the baker's yeast production process. We found that the efficiency of the back-propagation algorithm can be improved by interpolating measured data points using linear or cubic spline interpolation methods. On the other hand, we found that the training of the hybrid model can be improved by using direct optimization algorithm which uses the free-run simulation of the hybrid model, however only SQP was able to found better solution than the classical back-propagation algorithm, while ES and PSO was not. The reason why ES and PSO was ineffective is that the problem space was very large for them. The results of the application example show that the proposed hybrid modeling approach works well even if the state variables cannot be measured and the full first-principle model of the control process cannot be obtained.

REFERENCES

- Abonyi, J., Babuska, R., Verbruggen, H.B., Szeifert, F. (1999). Constraint parameter Estimation in fuzzy modeling. FUZZ-IEEE'99 Conference, Seoul, Korea, 951-956.
- Can, H. van, Braake, H. te, Hellinga, C., Luyben, K., Heijnen, J. (1996). Strategy for dynamic process modeling based on neural networks and macroscopic balances. *AIChE Journal*, vol. 42. 3403-3418.
- Eberhart, R.C., Shi, Y. (1998). Comparison between genetic algorithms and particle swarm optimization., *Proceedings of 7th annual conference on evolutionary computation*, 611-616.
- Hangos, K.M., Cameron, I.T. (2001). *Process Modeling and Model Analysis*. Academic Press, ISBN: 0121569314
- Johansen, T. (1994). *Operating regime based process modeling and identification*. Ph.D thesis, Department of Engineering Cybernetics, Norwegian Institute of Technology, University of Trondheim, Norway.
- Kennedy, J., Eberhart, R.C. (1995). Particle swarm optimization. *Proceedings of IEEE International Conference on neural networks*, Perth, Australia, 1942-1948.
- Oliveria, R. (2004). Combining first principle modelling and artificial neural networks: a general framework., *Comp. and Chem. Eng.*, 755-766.
- Psichogios, D.C., Ungar, L.H. (1992). A hybrid neural network - first principles approach to process modeling. *AIChE Journal*, 1499-1511.
- Rechenberg, I. (1973). *Evolutionsstrategie: Optimierung technischer systeme nach prinzipien der biologischen evolution*. Stuttgart: Frommann-Holzboog.
- Schwefel, H.P. (1995). *Numerical Optimization of Computer Models*. publisher: Wiley, Chichester.

- Simutis, R., Lubbert, A. (1997) Exploratory analysis of bioprocesses using artificial neural network-based methods. *Biotechnology Progress*, 479-487.
- Sjöberg, J., Zhang, Q., Ljung, L., Benveniste, A., Delyon, B., Glorennec, P.Y., Hjalmarsson, H., Juditsky, A. (1995) Nonlinear black-box modeling in system identification: an unified overview. *Automatica*, 12. 1691-1724.
- Spears, W.M., De Jong, K.A., Back, T., Fogel, D.B., Garis, H. (1993) An Overview of Evolutionary Computation. *European Conference on Machine Learning*.
- Thompson, M.L., Kramer, M.A. (1994). Modeling chemical processes using prior knowledge and neural networks. *AIChE Journal*, 1328-1340.
- Tulleken, H.J.A.F. (1993). Gray-box modelling and identification using physical knowledge and {bayesian} techniques. *Automatica*, 285-308.

Corresponding author (*levelezési cím*):

Abonyi János

University of Veszprém, Department of Process Engineering
H-8200 Veszprém, P.O.Box 158.

Veszprémi Egyetem, Folyamatmérnöki Tanszék

8200 Veszprém, Pf. 158.

Tel.: +36-88-624 209, fax: +36-88-624 171

E-mail: abonyij@fmt.vein.hu



The connections of damage by big game, the habitat and game bag in Somogy County

R. Barna

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

ABSTRACT

Somogy County is the one of the most important habitats and hunting places of the red deer in Hungary. The red deer of Somogy is far away known and recognized. Beside the red deer, the wild boar, the roe deer, the less significant fallow deer and sparsely the moufflon are present. However the game management in Somogy is showing a deficit. Over and above income from hunting, damages by game cause the biggest burden encombrance. In 2003 damages (forestry and agricultural) caused by game were 475 456 000 Ft. In this article the author try to find connections between the damages and the character of the area (forestry/agricultural area) and the size of the hunting bag. (Keywords: big game, red deer, wild boar, game damage, forest, correlation)

ÖSSZEFOGLALÁS

A vadvár az élőhely és a nagyvad teríték összefüggései Somogy megyében

Barna R.

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

Somogy megye az ország egyik legjelentősebb gímszarvas élőhelye, vadászterülete. A „somogyi szarvas” messzeföldön ismert és elismert. A gímszarvas mellett jelen van még a többi nagyvad is: a vaddisznó, az őz és a kevésbé jelentős dímvad, valamint szórónyosan a muflon. A somogyi vadgazdálkodás mégis veszteséges. A vadászatból eredő bevétel legmagasabb az országban, de ez mégsem fedezi a kiadásokat, melyek közül a vadvár a legnagyobb. 2003-ban a vadvár (erdei- és mezőgazdasági-) 475 456 000,00 Ft volt. Jelen cikkben a szerző megpróbál összefüggéseket keresni a vadvár és a terület jellege (erdő/mezőgazdasági terület), továbbá az elejtett nagyvad mérőszámai között.

(Kulcsszavak: nagyvad, gímszarvas, vaddisznó, vadvár, erdő, korreláció)

INTRODUCTION

Somogy County is one of the most important county in Hungary in respect of game management. But looking at the balance of financial management the picture is not so nice. The game management of the county has shown a deficit since 1999. Although it makes the biggest income among the counties, cannot counterbalance the measure of damage caused by game.

We do not know exactly the number of the game living in the county, because we cannot count them. The schedules of game management are based upon the esteemed datas wich are established by the game managers and they annually report the data to the authority of hunting. On the basis of the report the authority determines the harvestable

quantity in every species of games. The estimations are usually in accordance with the game managers expectations, such as how many games want to shoot. Our only objective data is the bag, however the extra quantity (the poacher's bag) is not known.

A previous research (Barna and Honfi, 2002) pointed out, that the damages by game are higher on forestry area and in the Nagyberek than the areas covered by plough-lands and woods. It was unambiguously shown by maps of game damage distribution. The damage by game in the forest – although its sum is important – is just a portion of the agricultural damage by game, and it increases continuously. Its reason was searched in relation to the increase of stock of big game. The increased harvest plans did not solved the problem.

In 2003 – at the first time after 5 years – less damage was payed by the game managers, but it is already higher than the sum in 2001. Although the 9% decrease the damage by game is already high – 456 000 Ft. However in 2003 we have to take into consideration, that after the very heavy drought the game could not cause considerable damage in the agriculture.

Present article examines whether the data give reason for these relations.

MATERIALS AND METHODS

The author examined the correlation of the established data and bag data between 1969 and 2003, using data from the Milleniumi Vadászati Almanach publication and Fishery and Hunting Supervision of Somogy County.

I collected and put into table the total area of the game management units in Somogy (the dimension of forests and other – mainly agricultural areas), the amount damage compensation payed for forestry and agricultural, and the bag data of the big game, the red deer, the fallow deer, the roe deer and the wild boar. The data of the 1997-2003 period are given by Fishery and Hunting Supervision of Somogy County. I examined whether the size of forest is in correlation with other data. The correlation between the bag size and damages in forest or the agriculture respectively was also evaluated.

The Excel Program was used for the analysis.

RESULTS AND DISCUSSION

Table 1 contains the bag data and the game population estimations in Somogy County. The stock size of big game species increased from 1969 to 2000. The big game has dispersed overall in Somogy, but the number of small game decreased significantly.

Examining the correlation between the estimation and the bag, it was found that the co-efficient is very high everywhere except the roe deer. Because the connection is close, the opinion is justified that the estimation is depended on the expected bag. The roe deer hunting is not very attractive for the hunters in Somogy, therefore they did not perform the prescribed bag. Because the roe deer do not migrate, the game keepers regard them as their own games and protect them.

The correlation of the damage by game and the number of big game harvested was compared with the total area of the game management units, area of the forest and dimension of other areas (*Table 2*). The dimension of the area (forest-, other and total area) shows a close connection with the game damage. The highest co-efficient was given by the total area. The correlation of the other areas is higher than the correlation of the forests, but the standard deviation of the data is higher too.

Table 1

The summary of annual game management reports in Somogy and the correlation between the estimated stock and the number of the big game harvested

Year (5)	Red deer (1)		Fallow deer (2)		Roe deer (3)		Wild boar (4)	
	Bag (6)	Estimation (7)	Bag	Estimation	Bag	Estimation	Bag	Estimation
1969*	296	1,040	11	65	681	6,064	349	1,080
1970	779	2,890	15	30	1,587	6,669	719	1,284
1971	916	3,374	30	271	1,759	9,417	892	1,308
1972	1,132	3,620	29	296	2,098	9,874	1,120	1,433
1973	1,401	3,761	49	296	2,174	10,214	1,202	1,483
1974	1,670	3,824	33	364	2,621	10,279	1,280	1,279
1975	2,027	4,288	43	363	3,335	10,506	1,583	1,261
1976	2,185	4,369	29	372	3,822	11,584	1,765	1,421
1977	2,513	4,705	49	283	4,479	12,045	1,940	1,477
1978	2,394	4,820	52	361	4,303	12,760	1,671	1,537
1979	2,726	5,056	60	375	4,714	12,940	1,952	1,544
1980	2,298	5,214	66	502	3,552	11,872	1,977	1,687
1981	2,219	5,410	87	597	3,146	12,485	2,409	2,186
1982	2,737	5,571	113	691	3,040	12,376	2,755	2,406
1983	2,797	6,316	162	771	2,812	12,563	3,251	2,679
1984	2,883	6,789	186	1,053	2,828	15,774	3,431	2,962
1985	3,677	7,708	206	1,388	2,721	13,412	3,735	3,215
1986	4,141	7,892	266	1,592	2,199	13,797	3,638	3,379
1987	4,241	7,759	365	1,454	1,898	12,895	3,358	3,205
1988	4,791	6,676	468	1,388	2,088	12,219	4,423	2,968
1989	4,535	6,743	567	1,406	2,396	13,575	4,163	3,152
1990	5,111	8,588	744	1,764	2,994	16,788	4,955	4,338
1991	6,669	10,053	1,207	2,200	3,892	17,552	6,090	5,355
1992	5,812	10,964	1,668	2,298	3,504	18,124	5,520	5,812
1993	4,650	7,948	1,749	2,202	3,043	15,433	5,227	5,087
1994	3,557	7,583	1,476	2,339	2,905	17,415	5,081	5,491
1995	2,779	7,037	1,214	2,047	2,603	14,430	5,371	4,911
1996	2,713	7,562	1,138	2,032	2,365	14,725	5,675	5,490
1997	3,084	9,732	1,241	2,470	2,449	14,943	5,823	7,560
1998	3,121	10,335	1,602	3,353	2,639	16,180	7,194	8,315
1999	3,896	10,828	1,513	3,352	2,925	16,414	8,263	9,105
2000	5,056	11,523	2,153	3,998	3,614	16,809	8,239	9,379
2001	5,987	12,314	2,278	4,271	4,180	16,937	10,844	9,693
2002	7,404	12,275	3,398	4,585	4,600	17,855	10,566	11,300
2003	7,404	11,763	3,040	4,610	4,811	18,470	8,821	9,688
Correlation		0.88		0.96		0.56		0.97
P value		P=0.001		P=0.001		P=0.02		P=0.001

*only Hunting Clubs (csak vadásztársaságok)

1. táblázat: Somogy megye évi vadgazdálkodási jelentéseinek összesítése és korreláció a becsült vadlétszám, továbbá az elejtett nagyvad mennyisége között

Gímszarvas(1), Dámvad(2), Őz(3), Vaddisznó(4), Év(5), Teríték(6), Becslés(7)

An obvious connection was found: the larger is the absolute dimension of the area is, the bigger is agricultural damage by game. The dimension of the forest shows a close connection with the damage by game year by year and it shows that the game living in the suitable dimension of forest goes out of the forest for feeding on the nearer agricultural land and cause damage. The fences set up in forest just reinforce this behaviour because the closed areas decrease the carrying capacity of the forest. The correlation is varying annually, what is in close connection with the actual yearly amount of the damage.

In the case of forest damage by game the means of the co-efficients are lower, however the correlation is close enough. But in certain years the connection is not so close. It shows that the damage in the forest happened in different life cycle in the different years. The total area, and even more the forest dimension shows closer correlation with the forestry damage by game.

Table 2

Correlation between forest size, total area and agricultural and forestry damages done by game as well as bag of red deer

	Agricultural damage by game (1)									
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	min	max	$\bar{x}$
Other area (ha) (3)	0.76	0.81	0.55	0.83	0.84	0.80	0.78	0.55	0.84	0.77
Forest size (ha) (4)	0.74	0.74	0.73	0.73	0.69	0.64	0.72	0.64	0.74	0.71
Total area (ha) (5)	0.83	0.85	0.68	0.87	0.86	0.81	0.85	0.68	0.87	0.82
	Forestry damage by game (2)									
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	min	max	$\bar{x}$
Other area (ha)	0.62	0.17*	0.68	0.46	0.52	0.68	0.68	0.17	0.68	0.54
Forest size (ha)	0.63	0.38**	0.60	0.38**	0.58	0.88	0.70	0.38	0.88	0.59
Total area (ha)	0.65	0.27*	0.71	0.47	0.60	0.81	0.73	0.27	0.81	0.61

* $P < 0.02$, ** $P < 0.01$ every other correlation co-efficient $P < 0.001$ (* $P < 0.02$; ** $P < 0.01$; az összes többi $P < 0.001$)

2. táblázat: Korreláció az erdő nagyság, az összterület és a mezőgazdasági, továbbá az erdei vadkár, valamint az elejtett gímszarvas mennyiség között

Mezőgazdasági vadkár(1), Erdői vadkár(2), Egyéb terület(3), Erdő nagyság(4), Összterület(5)

I examined the correlation between the number of big game harvested – red deer, fallow deer, roe deer and wild boar and the damage by game (Table 3). Bag data and correlation co-efficients of area sizes are included too.

I found that the red deer plays important role in causing game damage, greater than the wild boar. It is interesting because the greatest part in causing damage by game is attributed to the wild boar (Klátyik, 1995). The possible explanation of this could be that because in Somogy the red deer is the 'game', for this reason doing damage is done the blame on the wild boar. High density of fallow deer is only found on a part of the county. That is why we do not get an exact picture when we examine the data of the county. Because there are a lot of hunting units, where only a few fallow is harvested

annually, we cannot say that this game species continuously lives there and does damage. The co-efficient of the roe deer is 0.7 ($P < 0.001$) which in this case shows that finicky game is found in large numbers and in equal dispersion everywhere in the county.

In case of the forestry damage by game the co-efficient of the red deer is the highest (0.61), the second is the wild boar (0.57). According to these findings in regard of the fallow deer the data were probable false because the data is only slightly higher comparing to the roe deer. In case of forestry damage by game deer (*Cervidae*) are ranked among the most important pests. It is justified by the data in the case of the red deer.

The bag of wild boar is in the closest connection with the size of other areas (0.79), the second is the red deer (0.68). The co-efficient of the roe deer is 0.66, while the one of the fallow deer is 0.6.

The bag of the red deer shows the closest correlation with the size of the forest (0.88), the second is the wild boar (0.8), the third is the roe deer (0.74), the last one is the fallow deer with 0.7 correlation co-efficient.

At the total area the order is: the wild boar (0.87), the red deer (0.84), the roe deer (0.76) and the fallow deer (0.69).

Table 3

Correlation between the bag of big game and damages caused by game

	Shots (1)	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	min	max	$\bar{x}$
Agric. damage (6)	Red deer (2)	0.94	0.92	0.76	0.84	0.79	0.76	0.85	0.76	0.94	0.84
	Fallow deer (3)	0.90	0.84	0.92	0.68	0.59	0.58	0.60	0.58	0.92	0.73
	Roe deer (4)	0.80	0.79	0.60	0.73	0.71	0.64	0.63	0.60	0.80	0.70
	Wild boar (5)	0.77	0.85	0.56	0.86	0.88	0.80	0.86	0.56	0.88	0.80
Forest damage (7)	Red deer	0.60	0.34**	0.70	0.57	0.57	0.72	0.75	0.34	0.75	0.61
	Fallow deer	0.66	0.21*	0.37**	0.19*	0.49	0.89	0.82	0.19	0.89	0.52
	Roe deer	0.49	0.21*	0.58	0.56	0.59	0.59	0.56	0.21	0.59	0.51
	Wild boar	0.64	0.20*	0.67	0.56	0.53	0.74	0.63	0.20	0.74	0.57
Other area ha(8)	Red deer	0.70	0.72	0.67	0.69	0.67	0.64	0.67	0.64	0.72	0.68
	Fallow deer	0.63	0.63	0.58	0.58	0.57	0.59	0.59	0.57	0.63	0.60
	Roe deer	0.74	0.74	0.66	0.67	0.67	0.62	0.50	0.50	0.74	0.66
	Wild boar	0.74	0.82	0.76	0.83	0.81	0.79	0.77	0.74	0.83	0.79
Forest size ha (9)	Red deer	0.89	0.90	0.91	0.89	0.84	0.86	0.89	0.84	0.91	0.88
	Fallow deer	0.72	0.69	0.68	0.69	0.70	0.70	0.71	0.68	0.72	0.70
	Roe deer	0.71	0.70	0.79	0.80	0.75	0.72	0.72	0.70	0.80	0.74
	Wild boar	0.94	0.87	0.89	0.70	0.67	0.73	0.80	0.67	0.94	0.80
Total area ha (10)	Red deer	0.85	0.87	0.84	0.84	0.81	0.80	0.83	0.80	0.87	0.84
	Fallow deer	0.72	0.71	0.68	0.68	0.67	0.69	0.69	0.67	0.72	0.69
	Roe deer	0.80	0.80	0.79	0.80	0.77	0.73	0.64	0.64	0.80	0.76
	Wild boar	0.90	0.93	0.89	0.86	0.83	0.84	0.86	0.83	0.93	0.87

* $P < 0.02$, ** $P < 0.01$ every other correlation co-efficient $P < 0.001$ (* $P < 0.02$; ** $P < 0.01$; az összes többi $P < 0.001$)

3. táblázat: Korreláció az elejtett nagyvad mennyisége és a vadkár között

Lelövések(1), Gímszarvas(2), Dámvad(3), Őz(4), Vaddisznó(5), Mezőgazdasági vadkár(6), Erdői vadkár(7), Egyéb terület(7), Erdő nagyság(9), Összterület(10)

It can be stated that in Somogy County the wild boar and the red deer shows the closest correlation taking the total area into consideration. With the size of the forest the bag of red deer, while the size of other areas the bag of the wild boar shows closer connection. This findings justify that the wild boar is the most important pest for the agricultural areas, as the most of them are shot there.

In *Table 4* the correlations of the bag size and damage by game is summarized. The result shows that the wild boar is not in the same connection with the agricultural damage than the other big game species. But at the forest damage its co-efficient is the highest. The conclusion can be drawn that the bag of wild boar is ill-proportioned with the damage. These seven years data are not enough statistically for the well-founded conclusion, but the result is giving food for thought.

Table 4

Correlations between bag size and damages caused by game

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003		
Agricultural damage Ft (1)	261,431	238,668	246,367	409,887	394,904	468,791	432,357	Correlation to agr. damage (7)	Correlation to for. damage (8)
Forest damage Ft (2)	21,119	16,961	28,309	39,439	55,948	52,977	43,099		
Red deer (3)	3,084	3,121	3,896	5,056	5,987	7,404	7,404	0.94	0.88
Fallow deer (4)	1,239	1,602	1,502	2,153	2,278	3,398	3,041	0.92	0.80
Roe deer (5)	2,438	2,639	2,975	3,614	4,180	4,600	4,811	0.93	0.89
Wild boar (6)	5,823	7,194	8,263	8,239	11,213	10,566	8,821	0.72	0.92

4. táblázat: Korreláció az elejtett nagyvad mennyisége és a vadkár között

Mezőgazdasági vadkár(1), Erdei vadkár(2), Gímszarvas(3), Dámvad(4), Őz(5), Vaddisznó(6), Korreláció a mezőgazdasági vadkárral(7), Korreláció az erdei vadkárral(8)

For getting a more precise picture the annual changes of damage and the changes of bag data than their correlations were calculated (*Table 5*). It was proved that the change of the wild boar's bag according to the -0.22 correlation co-efficient is in contrast with the change of the amount of the damage by game, what means that the wild boar is the most important pest, less wild boars are shot than necessary, as its bag has decreased year by year since 2001. Not likely that it was nilfully done by the game managers, because the wild boar is qualified as a beast of prey (it can be shot all year round), it is hunting is possible for every hunter and the boar drives not only give adventure but also means a source of income. The explanation could be that because of the bigger disturbance the wild boar changed its behaviour, so it left the forest and became a more nocturnal game. The hunting law prescribes that the hunting had to be finished one hour after sunset and it could start only one hour before sunrise. The wild boar exploits the time inside the two. Using a rifle-light on wild boar hunting is fixed for permission.

The fallow deer does not show connection with forest damage, and red deer do it hardly too. Surprisingly the correlation co-efficient of roe deer (0.77) is higher than that of the wild boar. However we should not come to a conclusion of this.

Table 5

Correlations between bag size and damages caused by game

Years (1)	1997-98	1998-99	1999-00	2000-01	2001-02	2002-03	Correlation to changes in agr. damage (8)	Correlation to changes in for. damage (9)
Changes in agricultural damage Ft (2)	-22763	7699	163520	-14983	73887	-36434		
Changes in forest damage Ft (3)	-4158	11348	11130	16509	-2971	-9878		
Changes in red deer (4)	37	775	1160	931	1417	0	0.72	0.54
Changes in fallow deer (5)	363	-100	651	125	1120	-357	0.68	0.01
Changes in roe deer (6)	201	336	639	566	420	211	0.72	0.77
Changes in wild boar (7)	1371	1069	-24	2974	-647	-1745	-0.22	0.72

5. táblázat: Korreláció az elejtett nagyvad mennyiségének változása és a vadkár változása között

Évek(1), Mezőgazdasági vadkár változás(2), Erdei vadkár változás(3), Gímszarvas mennyiségének változása(4), Dámvad mennyiségének változása(5), Őz mennyiségének változása(6), Vaddisznó mennyiségének változása(7), Korreláció a mezőgazdasági vadkár változással(8), Korreláció az erdei vadkár változással(9)

CONCLUSIONS

- In this article a GIS hypothesis is justified. According to this on forested areas both the bag sizes and the damages by game are higher.
- The amount of the agricultural damage by game and the bag of red deer and wild boar is proportionate with the dimension of the game management unit's as well as that of the forest. In case of forest damage by game the connection is not so close.
- The number of wild boar harvested shows a closer connection with the dimension of other, mainly agricultural areas, than with forest dimension.
- The bag of the wild boar seems to be not enough high, it should be increase because of the amount of damages.
- The red deer – beside the wild boar – is responsible for the agricultural and forest damages caused by game.

REFERENCES

- Barna R., Honfi V. (2002). A térinformatika lehetséges alkalmazása a vadgazdálkodásban. Acta Agraria Kaposváriensis, 3.
- Klátyik J. (1995). Vad-, kár-, tértítés. Inga-V Bt. Pécs.
- Simon P. (2001). A vadászati igazgatás, a nagyvadlétszám alakulása. Millenniumi Vadászati Almanach, Somogy Megye. Pécs, Krónika Kiadó 45-53.
- Somogy Megyei FVM Hivatal Vadászati és Halászati Osztály adatbázisa.

Levelezési cím (*corresponding author*):

Barna Róbert

Kaposvári Egyetem, Állattudományi Kar, Informatika Tanszék

7401 Kaposvár, Pf.: 16.

University of Kaposvár, Faculty of Animal Science

Department of Information Technology

Kaposvár, H-7400 P.O.Box. 16.

Tel.: +36-82-314 155/264, +36-82-526 345; fax: +36-82-320 746

E-mail: barna@mail.atk.u-kaposvar.hu

Book review

PROGRESS IN BIOLOGICAL CHIRALITY

Edited By

Gyula Pályi,

Department of Chemistry, University of
Modena and Reggio Emilia, Modena, Italy

Claudia Zucchi,

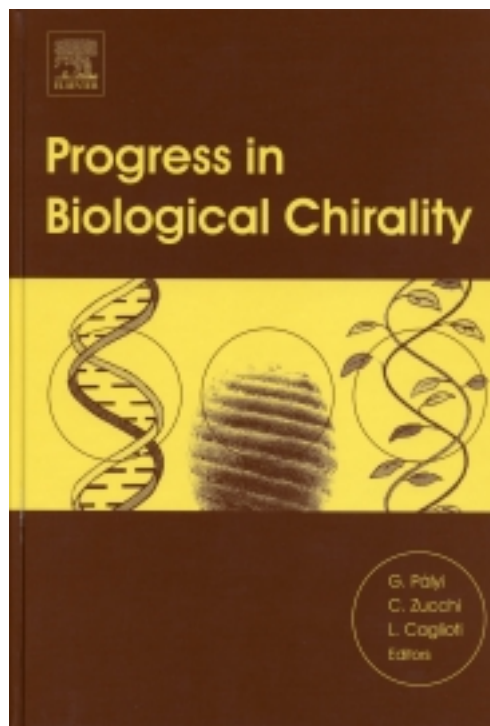
Department of Chemistry, University of
Modena and Reggio Emilia, Modena, Italy

Luciano Caglioti,

Department of Chemistry and Technology
of Biologically Active Compounds,
University "La Sapienza", Rome, Italy

Description

Following on from *Advances in BioChirality*, **Progress in Biological Chirality** provides a unique summary and review of the most recent developments in the field of biochirality. Living organisms use only one enantiomer of chiral molecules in the majority of biologically important processes. The exact origin and mechanisms for this surprising selectivity are not yet known. This book discusses current research aimed at identifying the scientific reasons that may contribute to this phenomenon. **Progress in Biological Chirality** takes an interdisciplinary approach to this exciting field, covering a wide range of topics, such as, theory, palaeontology and food technology, to name but a few. This book presents findings via a broad spectrum of scientific approaches making it an excellent overview of Biological Chirality, suitable for postgraduate students, practitioners and researchers in the field of chemistry, biochemistry, biology, palaeontology, and food science with an interest in Chirality.



Audience

suitable for postgraduate students, practitioners and researchers in the field of biochemistry.

Contents

Proposed Table of Contents.

Origin of Biomacromolecular Chirality: In Search of Evolutional Dynamics (V. Avetisov).

Carbon Monoxide Clusters in the Formation of D-Sugars, L-Amino Acids, Ribonucleotides and Deoxyribonucleic Acids in Prebiotic Molecular Evolution on Earth (N. Aylward, N. Bofinger).

Molecular Clockworks as Tools for Biological Chirality (L. Bencze et al.).

Diastereomers Do, What They Should Not Do (H. Brunner).

Molecular Origins of Life: Homochirality as a Cosequence of the Dynamic Co-Emergence and Co-Evolution of Peptides and Chemical Energetics (A. Commeyras et al.).

Use of Amino Acids and Amino Acid Racemization for Age Determination in Archaeometry (J. Csapo et al.).
Enantiomeric Enrichment in Nonracemic Conglomerates. A Possible Component of the Solution to the Problem of the Origin of Biochirality (S.I. Goldberg).
Genetic Code: Self Referential and Functional Model (R.C. Guimaraes, C.H.C. Moreira).
Specific Symmetry of Living Systems (V.A. Gusev).
Chiral Crystal Faces of Common Rock-Forming Minerals (R.M. Hazen).
Origin of Biomolecules - Origin of Homochirality (C. Hajdu, L. Keszthelyi).
Implication of Polya's Urn Experiment and Cerebral Lateralization (N. Hokkio).
Theory of Hierarchical Homochirality (D.K. Kondepudi).
Possible Mechanisms for Production of Larger Enantiomeric Excess (D.Z. Lippmann, J. Dix).
Sugar C-Sulfonic Acids (A. Liptak).
Racemization of Amino Acids in Hydrothermal Environments: a Contribution of Temperature Gradient (K. Matsuno, A. Nemoto).
The Theory of Chirality Induction and Chirality Reduction in Biomolecules (P.G. Mezey).
The Theory of Chirality Induction and Chirality Reduction in Biomolecules (K. Matsuno, P.G. Mezey).
Transfer of the Chiral Information of Natural Amino Acids in Biomimetic Organic Syntheses (K. Micskei et al.).
CD and Visual Science (K. Nakanishi, N. Fishkin, N. Berova).
Volatile Components of Food Aroma: Biosynthesis and Biotransformations (F. Bellesia et al.).
Chiral Spaces in Encapsulation Complexes (Julius Rebek, Jr. et al.).
Serum Albumin and Natural Products (L. Di Bari, S. Ripoli, Piero Salvadori).
Chiral Spaces in Encapsulation Complexes (R.F. Polishchuk et al.).
Selection in the Model Process of Prebiotic Synthesis of RNA Using Metal Ion Catalyst and Template (H. Sawai).
Different Internal Gradients for L and D Homochiral Solutions in Homogeneous Magnetic Fields (R. Scorei, V.M. Cimpoiu).
Tryptophanase Activity on D-Tryptophan (A. Shimada et al.).
Deviation from Physical Identity Between D- and L-tyrosine (M. Shinitzky, A.C. Elitzur, D.W. Deamer).
Occurrence of D-Amino Acids in Food (L. Simon Sarkadi).
Asymmetric Autocatalysis, Absolute Asymmetric Synthesis and Origin of Homochirality of Biomolecules (K. Soai).
Deviation from Chemical Identity Between D and L Tyrosine? (M. Shinitzky et al.).
Charophyte Gyrogonites, the Result of Enantioselective Influence 250 Million Years Ago (I. Soulie-Marsche).
Chirality Transfer in the Formation of the Indole Alkaloids Derived from Secologanin (G. Beke et al.).
Origin of Biological Chirality (T. Yukawa).

Bibliographic & ordering Information

Hardbound, ISBN: 0-08-044396-6, 444 pages, publication date: 2004

Imprint: ELSEVIER

Price:

GBP 155, USD 248, EUR 225

János Csapó